

Antti Mutikainen

Tukikerroksen vaihdon työprosessin kuvaus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

7.4.2015

Tekijä(t) Otsikko	Antti Mutikainen Tukikerroksen vaihdon työprosessin kuvaus
Sivumäärä Aika	61 sivua + 5 liitettä 15.4.2015
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Infrarakentaminen
Ohjaaja(t)	Projektipäällikkö Mikko Törmi Lehtori Tapani Järvenpää
<p>Tässä opinnäytetyössä kuvattiin rautatien koneellisesti tehtävän tukikerroksenvaihtotyön prosessi. Tarve työlle syntyi siitä, että yrityksellä ei ollut ennalta laadittua työn kuvausta joka olisi kattanut koko projektin kulun.</p> <p>Työssä kuvattiin koneellisesti tehtävän tukikerroksen vaihdon koko työprosessi sisältäen tukikerroksenvaihdon alustavat työt, varsinaisen tukikerroksenvaihdon sekä viimeistelytyöt ottaen huomioon työn etenemiseen ja sujuvaan työskentelyyn vaikuttavat tekijät tulevia tukikerroksen vaihtoprojekteja varten. Työssä käytiin läpi eri työvaiheiden vaikutukset koko työn valmistumiseen pyrkien löytämään parhaat toimintatavat työn suorittamiseen.</p> <p>Tätä työtä varten seurattiin kahta tukikerroksen vaihtotyömaata sekä niiden työmenetelmiä, resursseja sekä työvaiheajoja. Niiden perusteella etsittiin paras toimintatapa työvaiheiden suorittamiseen.</p>	
Avainsanat	Tukikerros, massanvaihto, ratatyökoneet, rautatie

Author(s) Title	Antti Mutikainen Process Description of the Ballast Exchange Work
Number of Pages Date	61 pages + 5 appendices 15 August 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Environmental Construction
Instructor(s)	Mikko Törmi, Project Manager Tapani Järvenpää, Senior Lecturer
<p>This thesis describes the work process of a mechanical replacement of the ballast. The need for the work arose from the fact that the company did not have a pre-formulated description of the work that would have covered the entire course of the project.</p> <p>The thesis describes entire work process of the ballast exchange including the preliminary work, the actual exchange of the ballast, as well as the finishing work, taking into account the factors affecting smooth progress of the work in the future ballast exchange projects. This work presents the effects of the different phases on the completion of the entire work to try to find the best practices for performing the work.</p> <p>For this thesis, two ballast exchange construction sites have been observed. The working methods, resources, and the operation time were observed and this information was used for finding the best practises for executing the different phases.</p>	
Keywords	the support layer exchange, ballast, railway

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Tausta-aineisto	3
2.1	Radan rakenne	3
2.1.1	Yleistä	3
2.1.2	Alusrakenne	4
2.1.3	Päällysrakenne	4
2.2	Junien kulunvalvonta	5
2.2.1	Junien kulunvalvonta	5
2.2.2	Akselinlaskentaan perustuva asetinlaite	6
2.2.3	Raidevirtapiiriin perustuva asetinlaite	6
2.3	Ratatyökoneet	7
2.3.1	Tukikerroksenvaihtokone Plasser & Theurer RM 81	7
2.3.2	Sepelöintikalusto	14
2.3.3	Tukikerroksen muotoilu	16
2.3.4	Raiteen tukeminen	19
2.3.5	Stabilisaattori	20
2.4	Rautatien sähkö -ja turvalaitteet	21
2.5	Ratatyö	24
2.6	Koneohjaus	24
3	Tukikerroksen vaihto	26
3.1	Projektin aloitus	26
3.1.1	Tehtävänjako	26
3.1.2	Tarvittavat luvat ja sopimukset	26
3.1.3	Kävelytarkastus	28
3.1.4	Etenemäsuunnitelma	29
3.1.5	Jännitekatkojen tilaaminen	30
3.1.6	Nopeusrajoitukset	30
3.1.7	Materiaalin tilaaminen	31
3.1.8	Kunnossapidon siirto	32
3.1.9	Radan nykyisen geometrian kartoittaminen	32
3.1.10	Koneohjauksen käyttäminen	32
3.2	Tarvittavat resurssit	33
3.2.1	Ratatyökoneet	34
3.2.2	Sähkö- ja turvalaite	34

3.2.3	Mittaus	34
3.2.4	Sepelin lastaus- ja kastelu	35
3.3	Alustavat työt	36
3.3.1	Raivaustyöt	36
3.3.2	Kaapelit	36
3.3.3	Sivuun menopaikat	37
3.3.4	Mittaukset	38
3.3.5	Routalevyjen jako	38
3.4	Massanvaihto	38
3.4.1	Ratatyölupa	39
3.4.2	Jännitekatko	39
3.4.3	Mittaustyön aloitus	39
3.4.4	Turvalaitetyöt	40
3.4.5	Aloitussmonttu	40
3.4.6	Palkin ja ketjun kiinnitys	42
3.4.7	Massanvaihdon aloitus	42
3.4.8	Routalevytys	45
3.4.9	Massanvaihdon lopetus	46
3.4.10	Mittaus, sepelöinti ja tukeminen	47
3.4.11	Stabilointi	48
3.4.12	Tukikerroksen muotoilu	48
3.4.13	Jännitekatkon purkaminen	48
3.4.14	Turvalaitetyöt massanvaihdon jälkeen	49
3.4.15	Ratatyön päättäminen	49
3.5	Viimeistelytyöt	49
3.5.1	Vanhan massan muotoilu	49
3.5.2	VERSE-mittaus	49
3.5.3	Ojien perkaus	50
3.6	Projektin luovutus	50
4	Seurantatyömaat	51
4.1	Kirkkonummi – Karjaa	51
4.1.1	Yleistä	51
4.1.2	Projektin aloitus	51
4.1.3	Kävelytarkastus ja alustavat työt	52
4.1.4	Kalusto ja miehistö	53
4.1.5	Mittaus	53
4.1.6	Tukikerroksen uusimisen aloitus	54
4.1.7	Viimeistelytyöt	55

4.2	Oulu – Liminka	56
4.2.1	Yleistä	56
4.2.2	Resurssit	57
4.3	Työsaavutukset ja niiden erot	57
5	Yhteenveto	58
6	Pohdintaa	59
	Lähteet	60
	Liitteet	
	Liite 1. Koneiden mitat ja kapasiteetit	
	Liite 2. Esimerkki meluilmoituksesta	
	Liite 3. Esimerkki melutiedotteesta	
	Liite 4. Aloitusmontun mitat	
	Liite 5. Check-listaus	

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö tehdään Vr Track Oy:n rakentamisyksikölle. VR Track on maamme suurin radan rakentaja, jonka asiantuntemus kattaa rautatietekniikan koko alueen suunnittelusta toteutukseen. Rakennusurakointi kuuluu VR Track Oy:n ydintoimintoihin. Yrityksen kokemus rautatierakentamisesta on Suomessa ylivoimainen, ja sitä hyödynnetään myös kansainvälisesti sekä kotimaassa ratojen ulkopuolisissa insinöörirakentamisen hankkeissa. Keskeisimpiin radanrakennuspalveluihin kuuluvat radan päällysrakennetyöt, radan alusrakenne-, silta- ja asemajärjestelytyöt sekä laajojen rautatierakennusprojektien johtaminen ja toteuttaminen. VR Track Oy:llä käytettävissä oleva ratatyökalusto ja koneet ovat alan nykyaikaisimpia ja mahdollistavat näin ollen tehokkaan työskentelyt lyhyissäkin liikennekatkoissa.

Opinnäytetyön aihe syntyi tarpeesta kuvata rautatien koneellisesti tehtävän massanvaihtotyön prosessi. Tarkoitus on kuvata prosessin vaiheet, jotta tulevilla massanvaihtoprojekteilla olisi saatavilla ajantasaista ja tutkittua tietoa projektin kulusta ja työn kustannuksista.

Työn tavoitteena on kuvata rautatien päällysrakenteen tukikerroksen uusimiseen liittyvät työvaiheet ja työssä tarvittavat resurssit käyttäen Plasser & Theurerin valmistamaa RM 81 tukikerroksenvaihtokonetta. Työssä käydään läpi eri työvaiheiden vaikutukset koko työn valmistumiseen pyrkien löytämään parhaat toimintatavat työn suorittamiseen. Kuvauksessa otetaan myös huomioon tilanne jossa käytetään Plasser & Theurerin valmistamaa RM 80 tukikerroksenseulontakonetta ainoastaan tukikerroksenvaihtokoneena.

Työn tuloksena syntyy selvitys, jossa kuvataan rautatien tukikerroksenvaihtotyön prosessi mahdollisimman tarkasti ja yksityiskohtaisesti ja kuvataan paras toimintatapa työn suorittamiseen. Työssä seurataan myös työmailla työvuorojen työsaavutus tietoja, mutta nämä tiedot tulevat vain tilaajayrityksen sisäiseen käyttöön.

Tätä selvitystä tullaan käyttämään työmenetelmäohjeena tulevissa urakoissa ja siksi työssä on tärkeää huomioida pienimmätkin työn haittatekijät ja työtä edesauttavat asiat, koska työhön sitoutuu samanaikaisesti huomattava määrä henkilö- ja koneresursseja.

Tulevia projekteja varten laaditaan myös lyhyt check-listaus niistä asioista, jotka projektin tulee huomioida ennen työn alkua ja työn aikana.

Opinnäytetyö tehdään työn toteutuksen sekä aikataulu- ja resurssisuunnittelun näkökulmasta. Selvitys rajataan koskemaan tukikerroksenvaihtotyömaita jotka toteutetaan käyttäen Plasser & Theurerin valmistamaa RM 81 tukikerroksenvaihtokonetta ottaen huomioon myös tilanne, jossa Plasser & Theurerin valmistamaa RM 80 tukikerroksen-seulontakonetta käytetään ainoastaan tukikerroksenvaihtokoneena. Selvityksessä kuvataan koko työprosessi sisältäen tukikerroksenvaihdon alustavat työt, varsinaisen tukikerroksenvaihdon sekä viimeistelytyöt. Työssä ei oteta huomioon tukikerroksenvaihdon vaikutusta muihin työvaiheisiin kuten esimerkiksi muun päällysrakenteen vaihtoon.

2 Tausta-aineisto

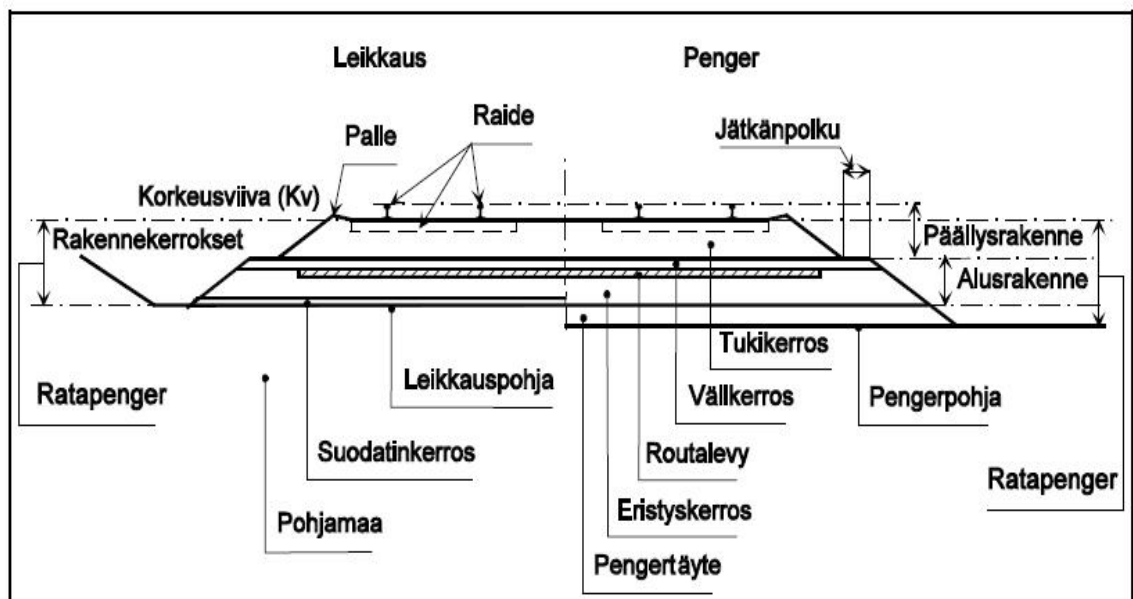
Tässä luvussa kerrotaan taustatietoa radan rakenteesta, radan turvalaitteista sekä ratatyökoneista. Tarkoitus on, että lukija ymmärtää, millaisten koneiden, laitteiden ja järjestelmien kanssa ollaan tekemisissä ja miten ne vaikuttavat radan tukikerroksen uusi-
miseen.

2.1 Radan rakenne

Tässä luvussa kerrotaan radan rakenteista ja niiden vaatimuksista. Luvussa kerrotaan myös eri rakennekerrosten merkityksestä koko rakenteeseen.

2.1.1 Yleistä

Radan rakenne muodostuu päällysrakenteesta ja alusrakenteesta (kuva 1).



Kuva 1. Radan rakenteen poikkileikkaus [1 s.7]

2.1.2 Alusrakenne

Alusrakenne koostuu suodatinkerroksesta, eristyskerroksesta, mahdollisista routalevyistä ja välikerroksesta.

Suodatinkerroksen tehtävänä on estää eristyskerroksen ja pohjamaan sekoittuminen. Suodatinkerroksen materiaalina käytetään yleensä hiekkaa tai sen voi korvata suunnitelma-asiakirjojen niin salliessa suodatinkankaalla. Jos eristyskerros rakennetaan murskeesta, niin myös suodatinkerroksen materiaalina voidaan käyttää myös murskettä. [2; 31000.]

Eristyskerroksen tarkoitus on estää tai vähentää sen alla olevien maakerrosten routimista ja muodostaa välikerrokselle tasaisen ja kantavan alustan sekä siirtää ja jakaa kuormat pohjamaalle. Lisäksi sen tehtävänä on pysäyttää kapillaarinen vedennousu kerroksen alaosaan. Eristyskerroksen materiaalina voidaan käyttää hiekkaa, soraa tai kalliomurskettä. [2; 31000.]

Routalevyn tarkoitus on estää tai vähentää radan rakenteen alla olevien maakerrosten routimista. Routalevyinä käytetään suulakepuristettuja solumuovilevyjä eli XPS-levyjä. [2; 31000.]

Välikerroksen tarkoituksena on muodostaa tukikerrokselle tasainen ja kantava alusta sekä estää tukikerroksen sekoittumisen alla oleviin rakennekerroksiin. Välikerroksen materiaalina voidaan käyttää hiekkaa, soraa tai kalliomurskettä. [2; 31000.]

2.1.3 Päälysrakenne

Päälysrakenteeseen kuuluu tukikerros ja raide.

Tukikerroksen tehtävänä on pitää raide geometrisesti oikeassa asemassa ja jakaa kuormia alusrakenteelle ja muodostaa raiteelle tasainen ja kantava alusta. Tukikerroksen mitat määräytyvät sallitun nopeuden, kiskopituuden, tukikerrosmateriaalin ja ratapölkkytyypin perusteella. [2; 31120.]

Jos kyseessä on jatkuvakiskoraide, niin ratapölkkyjen päiden ulkopuolelle täytyy rakentaa palle (korotus), jonka kaltevuus on noin 1:5 raiteeseen päin ja leveys on pölkyn

yläpinnan tasossa 400 - 500 mm riippuen raiteen mitoitussnopeudesta. Palletta ei käytetä, jos suurin sallittu nopeus $V < 120$ km/h, tukikerros on yhtenäinen raiteiden välissä tai jos tukikerros rajoittuu kiinteään esteeseen kuten esimerkiksi aseman matkustajalaituriin. [1 s.16]

Ratapölkkyjen päiden ulkopuolella mahdollisesti olevaa palletta lukuun ottamatta tukikerroksen pinta saa olla korkeintaan rata-pölkkyjen yläpinnan tasossa [1 s.16].

Ylimpänä rakenneosana päällysrakenteessa on raide joka koostuu ratapölkkyistä, rata-kiskoista, ratakiskojen kiinnitys- ja jatkososista sekä vaihteista ym. raiteen erityisrakenteista [2; 31110].

2.1.3.1 Tukikerrosmateriaali

Tukikerroksen materiaalina käytetään yleensä raidesepeä, mutta ratapihoilla on edelleen käytössä tukikerroksen materiaalina myös raidesoraa.

Raidesepeitoimituksissa on noudatettava standardia SFS-EN 13450 ja sen kansallista soveltamisohjetta (liikenneviraston julkaisu 1277/732/2004). Raidesepeän täytyy olla CE-merkittyä.

[2. 24100.1.1]

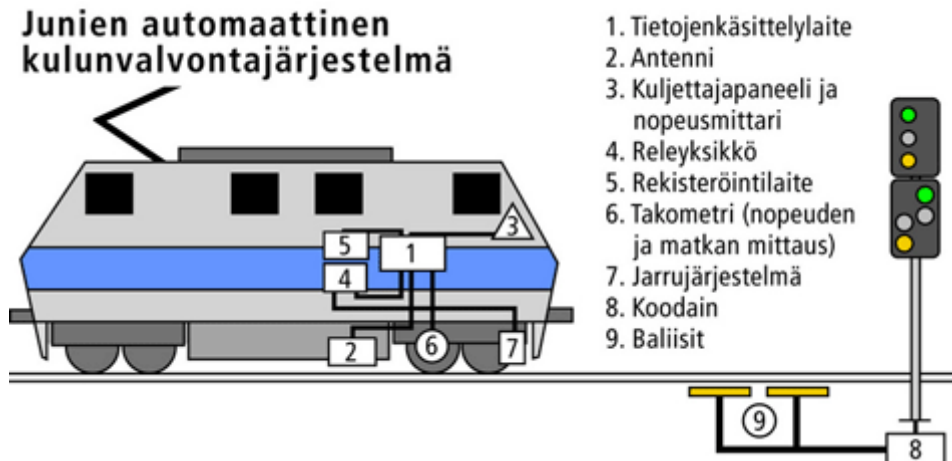
2.2 Junien kulunvalvonta

Tässä luvussa käydään läpi Suomen rataverkolla käytössä olevat asetinlaitejärjestelmän ja junien kulunvalvonta (JKV).

2.2.1 Junien kulunvalvonta

Junien kulunvalvonnalla (JVK) tarkoitetaan järjestelmää, joka seuraa automaattisesti junan nopeutta, kertoo kuljettajalle opasteet sekä jarruttaa automaattisesti, jos juna ylittää sallitun nopeuden. Koko henkilöliikenteen rataverkko ja tärkeimmät tavaraliikenteen radat ovat automaattisen kulunvalvonnan piirissä. [4]

JVK muodostuu ratalaitteista sekä veturilaitteista (kuva 2). Juna saa tiedon opastimista ja nopeudesta ratalaitteiden antennista eli baliiseista [4]. Baliiseista on kerrottu lisää luvussa 2.4.



Kuva 2. Junien automaattinen kulunvalvonta [4]

2.2.2 Akselinlaskentaan perustuva asetinlaite

Liikenteenohjaaja saa tiedon junan sijainnista asetinlaitteen kautta. Asetinlaitteesta riippuen raiteen vapaana olon valvonta on toteutettu joko akselinlaskentaan perustuen tai raidevirtapiiriin perustuen.

Akselinlaskenta perustuu nimensä mukaisesti akselien laskemiseen. Eristysosuuden kumpaankin päähän kiskoon on asennettu akselinlaskenta-anturit, jotka rekisteröivät kumpaan suuntaan juna on menossa ja kuinka monta akselia junassa on. Kun juna poistuu eristysosuudelta, niin vastaavasti toisessa päässä anturi laskee kuinka monta akselia osuudelta poistuu. Kun lukumäärä täsmää, niin liikenteenohjaaja näkee osuuden olevan vapaa.

2.2.3 Raidevirtapiiriin perustuva asetinlaite

Raidevirtapiiriin perustuva vapaana olon valvonta perustuu siihen, että raiteeseen ohjataan sähköä. Raide on katkaistu ja eristetty määräväleihin jolloin muodostuu eristettyjä raideosuuksia. Kun juna saapuu eristetylle osuudelle, niin junan akselien kautta sähkö pääsee kulkemaan raiteiden välillä, syntyy oikosulku ja liikenteenohjaaja näkee osuu-

den olevan varattu. Kun juna siirtyy seuraavalle eristysosuudelle ja oikosulkua ei enää tapahdu, niin vastaavasti raideosuus näkyy liikenteenohjaajalla vapaana.

2.3 Ratatyökoneet

Tässä luvussa esitellään tukikerroksenvaihtotyössä tarvittavat ratatyökoneet. Luvussa kerrotaan koneiden toimintaperiaate, jotta lukija ymmärtää millaisia työkoneita tukikerroksenvaihtotyössä käytetään.

2.3.1 Tukikerroksenvaihtokone Plasser & Theurer RM 81

Tukikerroksenvaihtokoneen tarkoitus on nimensä mukaisesti sepelitukikerroksen poistaminen ja uuden sepelin levittäminen. Kone koostuu useasta eri vaunusta, yksiköstä, jolla jokaisella on oma tehtävä koko koneen toiminnassa. Seuraavaksi esitellään koko koneen toiminta takaa alkaen:

Uuden sepelin vaunut, MFS-vaunut (kuva 3), kuljettavat uutta sepeliä kohti tukikerroksenvaihtokoneen syöttövaunua. MFS-vaunuissa on jokaisessa oma koko vaunun mitainen kuljetinhihna (kuva 4), jolla sepeliä siirretään aina seuraavaan vaunuun mahdollistaen koko vaunuletkan tyhjentämisen. Kuljetinhinnan nopeutta voidaan säätää automaattisesti, mutta vaunut tarvitsevat oman käyttäjän säätämään kuljetinhinnan nopeutta sopivaksi ja yksi käyttäjä voi ohjata kerrallaan useampaa vaunua. Vaunuja on kahta eri tyyppiä, jotka eroavat toisistaan käytännössä ainoastaan sepelinmäärän suhteen. Vaunujen mitat ja kapasiteetit on kerrottu liitteessä 1. Kuljetinhihnaa pitkin sepeli siirtyy syöttövaunuun.



Kuva 3. MFS 40-vaunu [5]

Kuljetinvaunun (kuva 5) tarkoitus on siirtää MFS-vaunuilta tuleva sepeli edelleen kohti tukikerroksenvaihtokonetta tasaisella nopeudella. Kuljetinvaunussa on siilo, johon vaunuilta tuleva sepeli putoaa. Siilon tarkoitus on toimia väliavarastona, jotta kuljetinhihnalle putoaisi sepeliä tasaisesti eikä MFS-vaunun hinnan pysähtyminen aiheuttaisi sepelin loppumista. Kuljettimen nopeutta voidaan säätää kuten MFS-vaunujen kuljetinta. Siilosta sepeli jatkaa kuljetinta pitkin edelleen matkaa kohti tukikerroksenvaihtokoneen katto-kuljetinta.



Kuva 4. Kuljetinhihna [5]



Kuva 5. Kuljetinvaunu [5]

Kuljetinvaunusta sepeli matkaa massanvaihtokoneen kakkospäähän kattokuljetinta pitkin siiloon, josta sepeli jaetaan joko suoraan radan keskelle tai radan sivuille kuljettimia (kuva 6) pitkin. Jotta sepeli ei kulkeutuisi koneen kiskopyörien alle, niin sepeli tasoitetaan sivukuljettimien takana olevilla auroilla (kuva 7).



Kuva 6. Siilo ja sivukuljettimet [5]



Kuva 7. Aura [5]

Tukikerroksen vaihto tapahtuu raiteen alle asennettavalla pitkällä rouhintaketjulla (kuva 8), joka rouhii sivusuunnassa vanhan sepelin pois ja kuljettaa sen kuljetinsiiloon. Kuljetinsiilosta sepeli matkaa joko siilon alla olevalle massakuljettimelle ja siitä edelleen ratapenkalle tai yläkuljettimen kautta kohti koneen etuosaa ja siitä edelleen ratapenkalle (kuva 9). Sepelin kulku näkyy kuvassa 10. Yläkuljetinta pitkin sepeli voidaan ohjata myös liitevaunun yläkuljettimelle ja siitä edelleen koneen etuosassa oleviin MFS-vaunuihin. Vaunuja voidaan joutua käyttämään, jos sepeliä ei voi ohjata suoraan ratapenkalle esimerkiksi kallioleikkauksen tai pitkän sillan takia. Nämä vaunut voidaan sitten käydä erikseen tyhjentämässä sopivaan paikkaan.

Rouhintasyvyyden mittaus tapahtuu siten, että rouhintaketjun syvyysanturi mittaa korkeuseroa sen ja koneen etupäässä kiskon tasolla olevan anturin välillä. Rouhintaketjun ympäristöä myös kastellaan pölyämisen estämiseksi.

Liitevaunussa (kuva 11) on koneen aggregaatit, työntekijöiden pukukaapit, kahvihuone sekä vanhan sepelin kasteluun tarvittavat vesisäiliöt. Liitevaunun katolla olevaa yläkul-

jetinta pitkin sepeli voidaan ohjata koneen edessä oleviin MFS-vaunuihin. Liitevaunussa on myös pieni nostin palkin ja ketjun nostamista varten.



Kuva 8. Rouhintaketju ja palkisto [5]



Kuva 9. Sepelin poisto yläkuljettimelta [5]



Kuva 10. Sepelin kulku [5]



Kuva 11. Liitevaunu [5]

Tukikerroksenvaihtokone liikkuu työajossa hydraulimoottoreilla ja normaaliajossa vetomoottoreillaan. Koneessa ei kuitenkaan ole omaa JKV-laitetta, joten siirtoihin tarvitaan koneen eteen ratakuorma-auto, TKA. TKA:ta voidaan tarvita myös koneen taakse, koska koko roikan paino vaunuineen voi tarvita liikuttamiseen enemmän voimaa kuin tukikerroksenvaihtokone ja yksi TKA voi tarjota.

Tukikerroksenvaihtokone on varustettu koneohjauslaitteistolla ja ketjun rouhintasyvyyttä voidaan seurata näyttöpäätteeltä.

2.3.2 Sepelöntikalusto

Sepelöinnissä käytetään vetokalustona TKA-kalustoa ja sepelivaunuina BMO- ja UAD-vaunuja. Vaunujen mitat ja kapasiteetit ovat liitteessä 1.

UAD-vaunussa (kuva 12) on alapuolella hihna, jonka avulla sepeliä voidaan tarkasti ohjata haluttuun paikkaan raiteessa. Sepelin pudotusnopeutta voidaan myös säätää portaittain.

BMO-vaunuista (kuva 13) sepeli pudotetaan rataan vaunun sivussa olevista luukuista. Luukkuja voidaan ohjata siten, että sepeliä pudotetaan joko pölkkyjen päihin, raiteen molemmille puolille tai raiteen keskelle. Vaunujen huono puoli on se, että sepelinpudottajilla on vaunun rakenteesta johtuen huono näkyvyys alueelle, johon sepeliä on tarkoitus pudottaa.



Kuva 12. UAD-vaunu [5]



Kuva 13. BMO-vaunu [5]

2.3.3 Tukikerroksen muotoilu

Tukikerros voidaan muotoilla useilla eri menetelmällä. Nykyisin tukikerrosta pyritään muotoilemaan siihen tarkoitukseen rakennetuilla tukikerroksen muotoilukoneilla. Tällöin tukikerros saadaan nopeasti ja tehokkaasti oikeaan poikkileikkaukseen. Tukikerroksen muotoilukoneella pystytään myös tehokkaasti hyödyntämään radassa jo olemassa oleva raidesepeli ja lisäsepin tuonti ei aina ole välttämätöntä. Tämä vähentää kustannuksia radanrakennustyömailla. [7] [6 s.16]

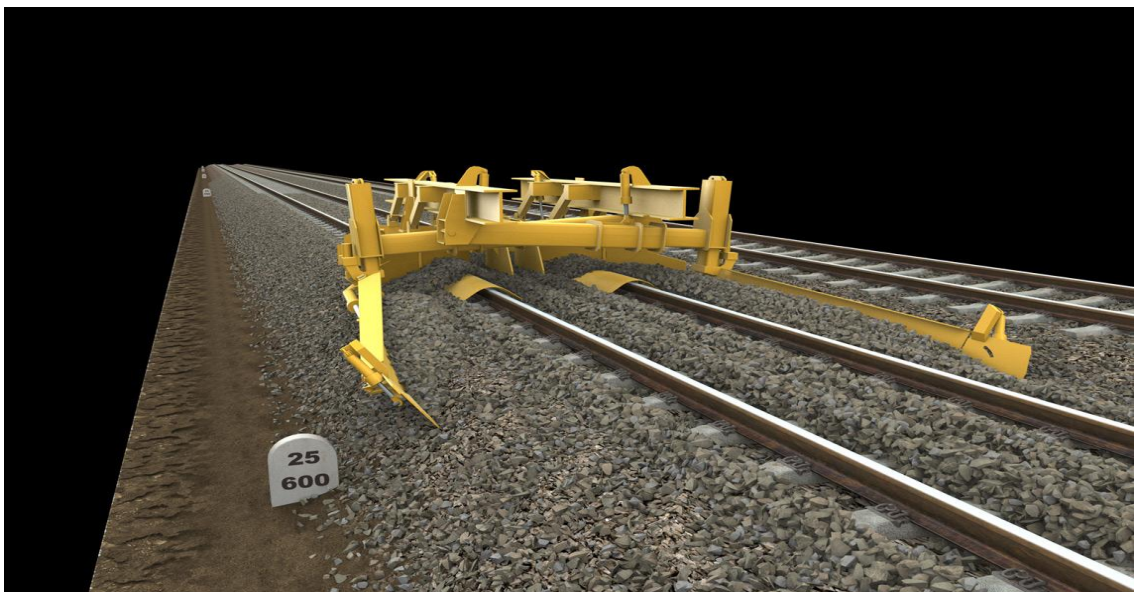
Seuraavaksi yleisin menetelmä on muotoilu soveltuvalla kauhalla varustetulla kiskoilla kulkevalla kaivinkoneella

Vr Track Oy:llä on käytössään useita tukikerroksen muotoilukoneita (kuva 14) jotka kaikki ovat Itävaltalaisen Plasser & Theurer -yhtiön valmistamia. Uusin niistä on mallia Plasser & Theurer USP 2000 SWS.



Kuva 14. Sepelinmuotoilukone, [9]

Konetta voidaan käyttää raiteen sepelitukikerroksen auraukseen ja harjaukseen. Auraus tapahtuu koneen liikuessa erilaisia laippoja ja ohjausrautoja säätämällä. Koneen sivuilla olevat sivuaurat (kuva 15) nostavat ylimääräistä sepeliä rataluiskasta kohti tukikerroksen yläosaa ja samalla muotoilevat tukikerroksen luiskat oikeaan kaltevuuteen. Sivuaurat myös määräävät tukikerroksen yläosan leveyden. Kun sivuaura on nostanut sepelin ylös luiskasta, niin se voidaan ohjata koneen alla olevien ohjausrautojen (kuva 15) avulla haluttuun paikkaan tukikerrosta. Ennen harjaosaa on palteen muotoiluun tarkoitettu sivusiipi, joka muotoilee palteen oikeaan kaltevuuteen. [8], [9]



Kuva 15. Periaatekuva sepelinmuotoilukoneen aurastosta [8]

Kone on varustettu harjausyksiköllä (kuva 16), jolla voidaan käyttää kahdenlaista eri harjaprofiilia. Profiililtaan tasaista harjaa voidaan käyttää pinnanmuodoltaan tasaisten ratapölkkyjen, kuten vaihdepölkkyjen harjaukseen. Profiililtaan muotoiltua harjaa voidaan puolestaan käyttää uusimpien linjapölkkiä harjaukseen. Kun tukikerros on aurattu haluttuun profiiliin, niin koneen takaosassa oleva harjauksikkö harjaa ylimääräisen sepelin pölkkyjen päältä. Kone on varustettu siilolla, johon voidaan harjaamalla kerätä sepelitukikerroksen ylimääräinen sepele ja laskea se siilosta kohtiin joissa on sepelinvaletta. Tällöin ylimääräistä sepeleä ei jää sinne, missä sitä ei tarvita.

[8], [9]



Kuva 16. Harjauksikkö [8]

2.3.4 Raiteen tukeminen

Raiteen nosto ja sivusiirto tehdään raiteentukemiskoneella. Raiteentukemiskone asettaa ja tukee kiskot tarkasti oikeaan paikkaan sekä leveys- että korkeussuunnassa. Kun tuettava raide on oikeassa asennossa, koneen hydraulisesti toimivat tukehakut siirtävät sepeliä pölkkyjen alle, tukien ne paikalleen. Tukemiskonetta tarvitaan uuden radan rakentamisen ja raiteenvaihdon lisäksi ratojen kunnossapitoon, poistamaan junaliikenteen raiteeseen muodostamaa raidegeometristä virhettä. Raiteen noston edellytys on riittävä lisäsepelöinti jotta sepeliä saadaan tiivistettyä riittävästi pölkyn alle. Lisäsepelöinnin ja tukemiskertojen määrä riippuu noston suuruudesta.

Tukemiskoneet voidaan jakaa linjatukemiskoneisiin (kuva 17) ja vaihteentukemiskoneisiin. Tukikerroksen vaihtotyössä käytetään joko yhden tai useamman pöllin tuentaan soveltuvaa tukemiskonetta.



Kuva 17. Linjatukemiskone [5]

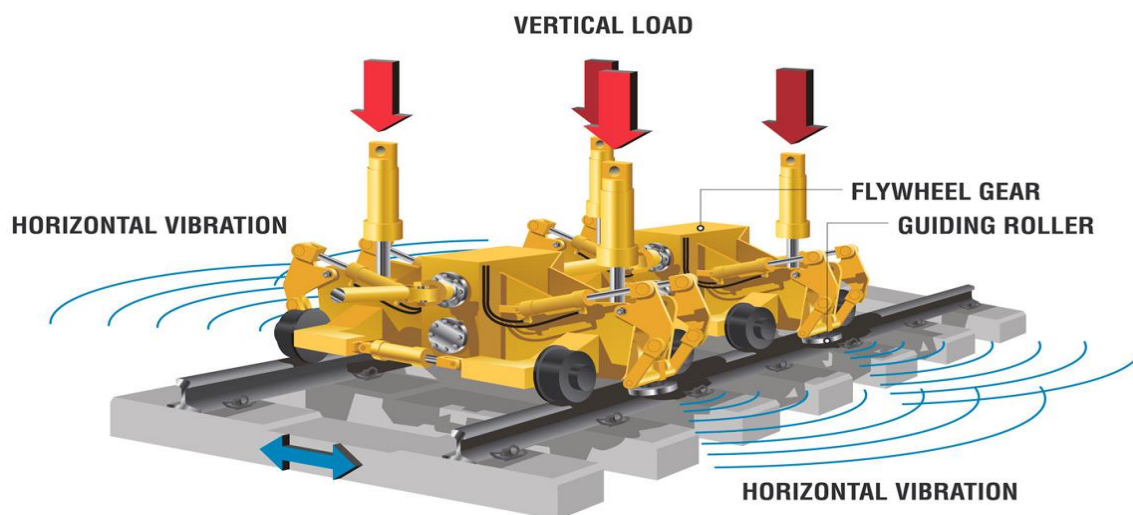
2.3.5 Stabilisaattori

Raidestabilisaattorin Plasser & Theurer DGS 62 N (kuva 18) tarkoitus on tukikerroksen tiivistäminen ja saadaan aikaan raiteen hallittu laskeutuminen ilman junaliikenteestä johtuvia muita voimia. Tiivistyksen periaatteesta on esitetty kuvassa 19.



Kuva 18. Stabilisaattori [16]

Jos raidetta ei stabiloida tukikerroksen vaihdon jälkeen, niin löyhä sepelitukikerros kuormittuu vasta junaliikenteen vaikutuksesta ja aiheuttaa rataa ei haluttuja painumia vielä pitkänkin ajan jälkeen, eli stabiliteetti heikentyy. Stabiloinnissa tukikerros tiivistetään työn jälkeen ja työn jälkeiset painumat vähenevät.



Kuva 19. Stabilisaattorin periaate [7]

Stabiloinnilla aikaansaadaan pölkkyihin poikittaissiirtymävastusta n. 40 % enemmän heti työn jälkeen. Liikenteen aiheuttamalla kuormituksella poikittaissiirtymävastusta muodostuu hitaasti ja varsinkin kuumalla ilmalla hellekäyrien mahdollisuus kasvaa.

2.4 Rautatien sähkö -ja turvalaitteet

Tukikerroksenvaihtotyössä radassa olevat sähkö- ja turvalaitteet on huomioitava työn suunnittelussa jotta vältetään vauriokorjauksilta ja turhilta pysähtymisiltä. Työalueella olevat sähkö- ja turvalaitteet listataan kävelytarkastuksen yhteydessä ja niiden vaikutus työn etenemiseen arvioidaan joka kerta erikseen. Seuraavaksi esimerkkejä siitä, millaisia laitteita ja työtä haittaavia asioita radalla voi olla ja miten ne vaikuttavat tukikerroksenvaihtotyöhön:

Akselinlaskijat aiheuttavat työmailla monia ongelmia, joista suurin on kiskoille nouseminen kiskopyöräkaivinkoneella. Kiskopyöräkaivinkoneen pyörät ovat junan kiskopyöriä pienemmät eivätkä akselinlaskijat välttämättä rekisteröi niitä. Tämä aiheuttaa sen, että kun kaivinkone nousee kiskoille kahden akselinlaskijan välissä ja sen jälkeen ylittää toisen, akselinlaskija ei välttämättä joka kerta tunnista kaikkia kaivinkoneen kiskopyöriä. Tällöin järjestelmä saattaa luulla, että kaivinkone on vielä kiskoilla vaikka se oli jo palannut takaisin sivuun. Tämän ongelman sattuessa akselinlaskentajärjestelmä täytyy resetoida. Tämä tapahtuu joko liikenteenohjaajan toimesta tai maastossa erillisellä relekopilla. Useimmissa tapauksissa liikenteenohjaaja onnistuu resetoimaan järjestelmän itse mutta joskus tulee tilanteita kun turvalaiteasentaja joutuu resetoimaan järjestelmän ralekopilta käsin. Mitään yksiselitteistä sääntöä ei ole olemassa milloin tarvitaan kumpaakin. Tätä ongelmaa ei ole tule, jos kiskopyöräkaivinkone nousee kiskoille kahden akselinlaskijan välistä eikä ylitä työn aikana kumpaakaan. Massanvaihtokoneen osuessa akselinlaskijan kohdalle joudutaan laskija irrottamaan ja kiinnittämään takaisin työn päätyttyä.

Raidevirtapiiriin perustuvassa järjestelmässä raide on eristetty raide-eristyksillä (kuva 20). Näistä on työmaalla haittaa lähinnä niistä lähtevien johtojen vuoksi. Johdot menevät kuvassa radan oikealla puolella olevaan keltaisella kannella varustettuun laatikkoon. kuten kuvassa näkyy, niin laatikon kansi on oikeassa valaistuksessa ja varsinkin yöllä vaikeasti havaittava ja usein laatikko on sepelin alla. Tukikerroksenvaihtokoneen

edestä nämä johdot joudutaan irrottamaan ja siirtämään mutta takaisinlaitto onnistuu ilman erillistä resetointia.



Kuva 20. Raide-eristys [10]

Maadoituskaapeleita on sähköratapylväissä, silloissa, aidoissa, opastimissa, imumuuntajissa jne. Ja nämä on maadoitettu kiskoon erilaisilla liitoksilla (kuva 21). Näiden maadoitusten poistaminen on välttämätöntä ennen massanvaihtotyötä. Siitä huolimatta maadoituksia katkeaa työn aikana jonkin verran mutta huolellisella suunnittelulla nämä katkeamisen voidaan välttää. Kävelytarkastuksessa on tehtävä tarkka luettelo maadoituksista jokaisella alueella.



Kuva 21. Erilaisia maadoituksia, [10]

Baliisit (kuva 22) ovat osa JKV-järjestelmää, jotka siirtävät tietoa junalle sen osuessa baliisin kohdalle. On radalla opastimien kohdilla sekä tarvittaessa linjalla. Baliiseja on aina kaksi peräkkäin ja ne ovat joko toistobaliiseja tai ohjelmoitavia baliiseja. Eroa näissä on se, että toistobaliiseista ei lähde mitään kaapelointeja mutta ohjelmoitavista lähtee kaapeloinnit radan viereen. Kaikki baliisit tulee irrottaa ennen tukikerroksenvaihtokoneen työskentelyä.



Kuva 22. Baliiseja, [10]

Kuumakäynti-ilmaisimien mittaa junien pyöräkertojen lämpötilaa. Kuumakäynti-ilmaisinten sijainti löytyy Liikenneviraston internet-sivuilta. Jos työ edellyttää kuumakäynti-ilmaisimen irrotusta, niin täytyy huomioida, että irrotus täytyy tilata erikseen kuukautta ennen irrotusta. Ohjeet tähän löytyvät Liikenneviraston julkaisusta ”Liikkuvan kaluston valvontalaitteet ja radan kunnossapito Liikenneviraston ohjeita 13/2014”.

2.5 Ratatyö

Tukikerroksenvaihtotyö on ennalta suunniteltua ratatyötä. Ratatyö on työtä, jota tehdään ratatyönsuojaulottuman (RSU) sisäpuolella. Ratatyölle tarvitaan liikenteenohjauksen lupa kun työskennellään alueella jossa on liikenteenohjaus kun työ: estää tai vaarantaa liikennöinnin, tehdään koneellisesti siten, että kone tai sen osa saattaa ulottua raiteen aukeantilan ulottumaan, vaikuttaa radan rakenteeseen, kohdistuu käytössä olevaan turvalaitokseen, tehdään työkoneella tai ajoneuvolla matkustajalaiturilla tai edellyttää liikennöinnin keskeyttämistä työturvallisuuden takia tai radan liikennöinti nopeus on yli 140 km/h. [14 s. 12]

Edellä mainitulle ratatyölle on nimettävä ratatyöstä vastaava. Ratatyöstä vastaavan vastuulle kuuluvat ratatyön rautatiejärjestelmän turvallisuuteen vaikuttavat tehtävät. Ratatyöstä vastaava huolehtii viestinnästä ratatyöalueen ja liikenteenohjauksen välillä. [13 s. 46]

Ennen edellä mainitun ratatyön aloittamista on työstä laadittava ratatyöilmoitus (Rt-ilmoitus), joka lähetetään suunnitellut työskentelyalueen liikenteenohjaukseen. Työstä on myös oltava tehty liikenteensuunnittelun hyväksymä junatietojen ennakoilmoitus (JETI-ilmoitus). [13 s. 47–48]

Ratatyötä voi tehdä myös turvamiesmenettelyllä, mikäli ratatöiden turvallisuusohjeiden mukaiset ehdot täyttyvät. Tällöin työlle voidaan nimetä turvamies. [13 s. 71]

2.6 Koneohjaus

Koneohjauksella tarkoitetaan järjestelmää, joka asennetaan maarakennuskoneeseen, kuten kaivinkoneeseen tai puskutraktoriin. Koneohjausjärjestelmä helpottaa työkoneen kuljettajan työtä erilaisissa rakennuskohteissa opastamalla kuljettajaa eri tavoilla. Koneohjausta käyttävään työkoneeseen on asennettu erilaisia mitta-antureita, jotka välittävät tiedon esimerkiksi kauhan sijainnista koneen hytissä olevalle näyttöpäätteelle. Tällöin kuljettaja osaa kaivaa esimerkiksi ojan pohjan vaadittuun korkoon ilman mittamiehen jatkuvaa läsnäoloa. Koneohjausjärjestelmä toimii suunnittelijoiden laatimien tietomallien ja kuvien avulla. Lisäksi järjestelmä tarvitsee toimiakseen sijaintitiedot takymetrin, GPS-laitteiston tai laserin avulla.

Massanvaihtokoneessa on käytössä 3D-koneohjaus, joka tarkoittaa sitä, että koneen massanvaihtosyvyys sekä paikkatieto näkyvät näyttöpäätteeltä. Paikkatietoa kone saa GPS:n avulla satelliittien välityksellä.

GPS-signaalin tarkkuus ei lähes koskaan ole riittävä työmaakäyttöön. Jotta koneohjauslaitteet toimisivat tarkasti, työmaa vaatii tukiaseman. Tukiasema (RTK) on yleensä pieni kontti joka lähettää korjaustietoa koneohjauslaitteille. Tukiaseman ja koneohjauslaitteiden tulee käyttää samaa tiedonsiirtoformaattia. RTK tukiaseman kantavuus riippuu maastosta, kallionleikkaukset ja korkea puusto lyhentää kantavuutta. Kantavuusmatka on maksimissaan 20 km, mutta yleensä käytetään maksimietäisyytenä 5-8 km. Vr Trackillä on käytössään tukiasemakontteja sekä takymetrin kokoisia pienempiä tukiasemia. Kontit on pääasiassa tarkoitettu yhtämittäisille isoille työmaille ja pienemmät taas liikkuville työmaille.

3 Tukikerroksen vaihto

Tässä luvussa kerrotaan varsinaisen tukikerroksenvaihtotyön työvaiheet ja tärkeät huomioon otettavat asiat. Tukikerroksen vaihto-projektiin kuuluu toki myös muitakin rakennusprojektiin kuuluvia asioita, mutta tässä kappaleessa on keskitytty erityisesti tukikerroksen vaihto työhön.

3.1 Projektin aloitus

Tässä luvussa kerrotaan projektin aloituksesta ja siihen liittyvistä työvaiheista. Luvussa kerrotaan luvista ja muista ennen varsinaisen työn alkua koskevista huomioon otettavista asioista.

3.1.1 Tehtävänjako

Koska tukikerroksen vaihtotyö sitoo kerralla suuren määrän kone- ja henkilöresursseja, on projektinjohdon keskinäinen tehtävänjako oltava mahdollisimman selkeä. Tällöin vältytään päällekkäiseltä tekemiseltä ja tilanteilta, että eihän tätä ole kukaan hoitanut. Joillakin työmailla on tehty erityinen vastuutaulukko josta selviää työvaiheiden vastuuhenkilö ja hänen tuuraajansa. Tämän avulla jokaisen esimiehen on helpompi seurata omaa tekemistään ja vältytään päällekkäisyyksiltä.

Esimiesten välinen työnaikainen kommunikointi on tukikerroksen vaihtotyössä, ja muutenkin rakentamisessa, erityisen tärkeää. Ongelman ilmettyä ei saa syntyä sellaista tilannetta, että joku oli nähnyt ongelman mahdollisuuden jo aikaisemmin, muttei ollut siitä kenellekään sanonut. Yksi ihminen ei ehdi valvoa koko työmaata ja työvaiheiden vastuuhenkilöiden onkin raportoitava omaa työvaihetta koskevista ongelmista ajoissa. Esimerkiksi polttoaineen tankkaustarpeesta tulee ilmoittaa heti eikä vasta seuraavan vuoron alussa. Tämä voi vaikuttaa mitättömältä esimerkiltä mutta tällaisen takia on menetetty lukemattomia työtunteja.

3.1.2 Tarvittavat luvat ja sopimukset

Tukikerroksenvaihtotyö vaatii ennen työn aloitusta muutamia lupia ja ilmoituksia, jotta työ saadaan aloittaa.

3.1.2.1 Ilmoitus ympäristönsuojeluviranomaiselle

Tukikerroksenvaihto koneellisesti sekä sepelinlastaus sepelivaunuihin aiheuttaa huomattavaa melua ja tärinää. Tästä syystä täytyy tehdä kirjallinen ilmoitus ympäristönsuojeluviranomaiselle.

”Ympäristönsuojelulain (YSL 527/2014) 118 §:n mukaisesti toiminnanharjoittajan on tehtävä kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle kirjallinen ilmoitus tilapäistä melua tai tärinää aiheuttavasta toimenpiteestä tai tapahtumasta. Näitä ovat mm. rakentaminen ja yleisötilaisuus, jos melun tai tärinän on syytä olettaa olevan erityisen häiritsevää.” [11]

”Ilmoitus tehdään toimivaltaiselle viranomaiselle (YSL 118 §). Tilapäistä melua ja tärinää koskevan ilmoituksen käsittelee joko kunnan ympäristönsuojeluviranomainen, elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, jos hanke toteutetaan usean kunnan alueella. Se elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, jonka alueella toiminta pääasiallisesti tapahtuu, jos hanke toteutetaan usean elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen alueella.” [11]

”Ilmoitus on tehtävä hyvissä ajoin ennen melua aiheuttavan toiminnan tai toimenpiteen aloittamista, kuitenkin viimeistään 30 vuorokautta ennen erityisen häiritsevän melun tai tärinän aiheuttamista. Kunnat voivat antaa asiasta paikallisia, tästä määräajasta poikkeavia määräyksiä.”[11]

Esimerkki Kirkkonummi – Karjaa tukikerroksen uusimisprojektin ilmoituksesta on liitteenä 2.

Tämä ilmoitus on tehtävä huolellisesti, jotta hakemukseen liittyen ei viranomaisen tarvitse pyytää lisätietoja vaan hakemus menisi läpi sellaisenaan. Vr Track on tehnyt työterveyslaitoksen kanssa tutkimuksen ratatyökoneiden käytöstä aiheutuvasta melusta ja pölystä. Tämä tutkimus on nimeltään ”Työhygieeninen selvitys isoilla työkoneilla VR:n ratatyömailla kesällä 2010”, LAUSUNTO TY01-2010–139682. Tämä tutkimus on liitettävä hakemuksen liitteeksi.

Viranomaisen vaati jakamaan työalueen läheisyydessä oleviin kiinteistöihin tiedotteen työmaasta. Esimerkki tiedotteesta on liitteenä 3.

3.1.2.2 Ympäristölupa

Jos työskennellään alueella, jossa on radan alla vanhoja routalevyjä ja ne poistetaan tukikerroksen mukana, on levysilppuiselle maa-aineksen hyödyntämiselle haettava ympäristölupaa. Ohjeet tähän löytyvät ELY-keskukselta ja huomioitavaa on se, että työtä ei saa aloittaa ennen kuin yhden (1) kuukauden valitusaika on kulunut umpeen.

3.1.2.3 Rakennustyön ennakoilmoitus

Ennen työmaan käynnistymistä on aluehallintovirastoon tehtävä ilmoitus alkavasta työmaasta.

Rakennustyön ennakoilmoitus on tehtävä työmaasta, joka on tarkoitettu kestämaan kauemmin kuin kuukauden ja työskentelee yhteensä vähintään 10 työntekijää mukaan lukien aliurakoitsijat sekä työmaasta, jolla työn määräksi arvioidaan yli 500 henkilötyöpäivää. Tämä tehdään rakennustyön ennakoilmoitus-lomakkeella, joka löytyy osoitteesta www.tyosuojelu.fi ja se toimitetaan siihen aluehallintovirastoon, jonka alueella työskennellään.

3.1.3 Kävelytarkastus

Kävelytarkastuksella tarkoitetaan työalueen ennakkotarkastusta. Kävelytarkastuksen suorittavaa yleensä vastaava työnjohtaja, sama henkilö, joka tekee massanvaihdon etenemissuunnitelman. Tarkastus tehdään lähes aina liikennöitävällä radalla, joten mukaan tarkastukseen tarvitaan myös ratatyöstävastaava ja JETI- ja RT-ilmoitukset tulee olla tehtynä.

Kävelytarkastuksessa kiinnitetään huomiota kaikkiin sellaisiin asioihin, joilla voi olla vaikutusta työn etenemiseen. Tällaisia ovat maadoitukset, baliisit, opastimet, raideeristykset, akselinlaskijat, ojarummut, sillat, vanhat tasoristeyspaikat, kaapelikourut, kalliroleikkaukset ja korkeat penkat. Kaikista edellä mainituista tulee kirjata ylös tarkka paikka ja mahdollisesti lyhyt kuvaus kohteesta, jotta myöhemmin voi arvioida sen vaikutusta työn etenemiseen. Kun listaus on tehty, se kannattaa jakaa koko henkilöstölle. Tämä auttaa muun muassa turvalaiteasentajia löytämään oikeaan paikkaan ja esimer-

kiksi maadoitusten tarkastaminen on helpompaa kun ei tarvitse kävellä koko rataa uudestaan läpi.

3.1.3.1 Esteet ja haitat massanvaihdon etenemiselle

Kävelytarkastuksessa havaituista asioista osa voi olla sellaisia jotka ovat esteenä työn etenemiselle tai muuten hidastaa työtä. Edellä mainituista muutama esimerkki:

Ojarumpujen koko määrittää sen, onko siitä haittaa työn etenemiselle vai ei. Joskus rumpu voi olla niin leveä, että vanhaa massaa ei koneella saada ohjattua rummun toiselle puolelle. Tällöin on mahdollista käyttää yhtä MFS-vaunua koneen edessä ohjaamaan vanha massa rummun ohi.

Sillat on yleensä rakennettu kaukaloltaan niin kapeiksi, ettei massanvaihtokone pääse niistä läpi. Tämä kannattaa kuitenkin tarkastaa sillan piirustuksista ja tarvittaessa käydä tarkastamassa silta massanvaihtokoneen esimiehen kanssa.

Vanhat tasoristeyspaikat voivat olla alusrakenteeltaan poikkeavia muuhun rataan verrattuna. Niihin on voitu esimerkiksi jättää vanhoja puisia ratapöllejä, jotka tukkivat tai vähintäänkin hidastavat massanvaihtokoneen etenemistä.

Kalliioleikkaukset aiheuttavat sen, että vanhaa massaa ei voi viimeistelytyöissä muotoilla radan viereen, vaan se on vietävä pois kaivinkoneilla. Tämä puolestaan hidastaa viimeistelytyötä joskus todella paljon. Tällöin on mahdollista käyttää koneen edessä MFS-vaunuja vanhan massan poiskuljetukseen leikkauksesta. Tässäkin tilanteessa pitää pohtia, kumpi on järkevämpää. Jos MFS-vaunujen tyhjentäminen vie paljon aikaa ja tämä aika on pois massanvaihtokoneen etenemästä, niin voi olla järkevämpää käyttää viimeistelytyöihin enemmän aikaa.

3.1.4 Etenemäsuunnitelma

Kävelytarkastuksen pohjalta tehdään tukikerroksen vaihdon etenemäsuunnitelma. Suunnitelmassa annetaan etenemätavoite jokaiselle työvuorolle huomioiden mahdolliset esteet, jotka on huomattu kävelytarkastuksessa. Suunnitelmaa myös päivitetään tarpeen mukaan vaikka jokaisen työvuoron jälkeen.

3.1.5 Jännitekatkojen tilaaminen

Tukikerroksen vaihtotyö on työtä, joka työturvallisuuden varmistamiseksi edellyttää jännitekatkoa kun työskennellään sähköistetyllä rataosalla. Itse työ ei edellytä jännitekatkoa, jos kaikki sujuu suunnitelmien mukaan ja massanvaihtokoneessa ei esiinny häiriöitä. Jännitekatko tarvitaan, jos massanvaihtokoneen päälle joudutaan kiipeämään esimerkiksi yläkuljetinhinnan häiriön tai koneen pesun vuoksi. Jännitekatkon laajuudet määritetään yhdessä vastaavan työnjohtajan kanssa massanvaihtosuunnitelman mukaisiksi.

Jännitekatkon tilaa työmaan sähkötoista vastaava. Jännitekatkopyyntö on tehtävä kytkentäehdotuksen laatijalle viimeistään maanantaina kaksi viikkoa ennen aiottua työviikkoa tai erikseen käytön johtajan kanssa sovitun ajan mukaan. Hyväksytty jännitekatkopyyntö toimitetaan jännitekatkon tilaajalle joka toimittaa sen edelleen työmaan jännitekatkon tekijälle sekä työmaan vastaavalle työnjohtajalle. Jännitekatkomenettelystä on määrätty tarkemmin Ratahallintokeskuksen julkaisussa B22 ”Sähkörataohjeet”.

3.1.6 Nopeusrajoitukset

Tukikerroksenvaihtotyössä radalle tarvitaan aina nopeusrajoitus. Rajoitus tarvitaan, koska tukikerroksenvaihtotyön päätyttyä rata jää suunniteltua geometriaa alemmas ja on odotettavissa, että aloitus ja lopetuskohtiin syntyy painumia jotka vaikuttavat junaliikenteeseen. Pienimmät sallitut nopeusrajoitukset, rajoitusten enimmäismetrimäärä ja niiden enimmäiskestoaika on määritelty yleensä tilaajan puolesta urakka-ohjelmassa.

Tukikerroksenvaihdon lopetuskohdassa nopeus-rajoitus on 30 km/h, kun tukikerros on sepelöity ja raide on tuettu oikeaan asentoon. Sen jälkeen, kun lopetuskohtaan ei tukemisen jälkeen synny nopeutta rajoittavia rakenteen tiivistymisestä johtuvia raiteen asennon virheitä voidaan nopeutta nostaa. [6 s. 8] Päätöksen nopeuden nostosta tekee työmaan vastaava työnjohtaja tai työmaan päällysrakenteesta vastaava henkilö.

On hyvä tiedostaa, että nopeusrajoitusalueen pituudesta ja kestosta riippuen työmaalla saatetaan tarvita oma työryhmä, joka vastaa ainoastaan nopeusrajoituksista ja niihin liittyvien baliisien ja merkkien asentamisesta.

3.1.6.1 Nopeusrajoitusten tilaaminen

Ohjeet tilapäisten nopeusrajoitusten tilaamiseen löytyy Radanpidon turvallisuusohjeesta (TURO) liikenneviraston ohjeita 1/2012. Seuraavaksi on lyhyt tiivistelmä nopeusrajoitusten tilaamisesta.

Ennen tilapäisen nopeusrajoituksen asettamista tarvitaan nopeusrajoitussuunnitelma, jonka tekee turvalaitesuunnittelija ja se on tilattava vähintään kahta viikkoa ennen suunniteltua nopeuden laskua. Nopeusrajoitussuunnitelmasta ilmenee mm. nopeusrajoitusalue, rajoituksen suuruus, suunniteltu kestoaika ja baliisien tunnukset. Turvalaitesuunnittelija myös koodaa tarvittavat baliisisanomat. Turvalaitesuunnittelija toimittaa nopeusrajoitussuunnitelman ja koodatut baliisisanomat rajoituksentilaajalle sekä radan turvalaitteiden kunnossapitäjälle vähintään viikon kuluessa rajoituksen tilaamisesta.

Nopeusrajoitussuunnitelman mukaiset baliisit ohjelmoi radan turvalaitteiden kunnossapitäjä ja baliiseihin on merkittävä baliisisanomien ID-tunnus sekä onko kyseessä kulkusuuntaan nähden A vai B baliisi.

Nopeusrajoituksen tilaajan on tehtävä jokaisesta nopeusrajoituksesta JETI-ilmoitus ja varmistettava, että rajoitus säilyy JETI-järjestelmässä koko rajoituksen voimassaoloajan.

[13 s. 79–86]

3.1.7 Materiaalin tilaaminen

Jo urakan alussa kannattaa nimetä työnjohdosta se henkilö, joka tilaa tarvittavat materiaalit. Tilattavia materiaaleja voi olla sepeli, routalevyt sekä rautatie-erityiset materiaalit, eli REM-materiaali. Urakan alussa tilaaja yleensä toimittaa urakoitsijalle tarkastettavaksi REM-listan joka pitää tarkastaa huolellisesti. REM-materiaalin maksaa tilaaja ja kaikki listan ulkopuolella oleva jää urakoitsijan maksettavaksi. Osa materiaalista voi olla sellaista, joka pitää palauttaa käytön jälkeen takaisin tilaajan käyttöön ja tällöin, kun materiaalin tilaaminen on vain yhden henkilön käsissä, niin tavara löytyy yleensä nopeammin.

Sepelin tilaamisessa pitää huomioida varastoalueen koko sekä päivittäin kuormattava sepelimäärä jotta tilataan sepeliä tarpeeksi tukkimatta kuitenkaan koko varastoaluetta. Urakan loppuvaiheessa pitää sepeliä tilata maltilla, jotta urakan jälkeen varastokasaan jää sepeliä mahdollisimman vähän tai ei ollenkaan.

Routalevyjen tilaamisessa pitää ottaa samat asiat huomioon samat asiat kuin sepelin tilaamisessa. Ei tukita koko varastoaluetta, mutta levyt eivät myöskään saa loppua.

3.1.8 Kunnossapidon siirto

Jokaisessa isossa rataurakassa urakoitsija ottaa vastuulleen myös työalueen päivittäisen kunnossapidon. Kunnossapidettävät asiat on kerrottu tilaajan toimittamassa kunnossapitoasiakirjassa. Kunnossapidon siirrosta on syytä järjestää kunnossapitokatselmus kunnossapitäjän ja rataisännöitsijän kanssa. Tällöin kunnossapidon siirtosopimukseen kirjataan katselmuksessa havaitut puutteet. Tällöin urakoitsija ei työn jälkeen joudu korjaamaan sellaisia puutteita jotka olivat olemassa jo ennen urakan aloittamista. Kannattaa huomioida, että kunnossapitäjiä voi olla useita, esimerkiksi sähköradalle on usein oma kunnossapitäjänsä. [17]

3.1.9 Radan nykyisen geometrian kartoittaminen

Yleensä tilaaja toimittaa urakan alussa tiedon siitä missä geometriassa rata urakan alussa on. Jossain tapauksissa tilaaja ilmoittaa vain, että rata on teoreettisessa geometriassa tai ainakin hyvin lähellä sitä. Jos tukikerroksen vaihtoalueet ovat lyhyitä pätkiä, muutamasta sadasta metristä kilometriin, niin rataa ei ole järkevää nostaa tai laskea teoreettiseen geometriaan. Tässä tapauksessa kannattaa ehdottaa tilaajalle, että rata pidetään siinä tasossa jossa se sillä hetkellä on. Tällöin massanvaihdon aloitukseen ja lopetukseen ei synny tasoeroja jotka voivat kertaantua aikaa myöten. Tilaajalle pitää tällöin ehdottaa radan kartoittamista lisä/muutostyönä, jotta saadaan varmuus radan asemasta työn alussa ja vältetään työaikaisilta geometriamuutoksilta.

3.1.10 Koneohjauksen käyttäminen

Ennen mittausresurssien varaamista projektilla tulee käydä keskustelu siitä, käytetäänkö massanvaihtokoneessa koneohjausta vai ei. Koneohjauksen käyttämisestä saadaan

se hyöty, että tukikerrosta ei vaihdeta liian syvältä ja koneenkäyttäjä näkee reaaliaikaisesti missä tasossa ketju kulkee. Kun massaa ei vaihdeta liian syvältä, niin säästetään materiaaleissa ja sitä kautta saadaan selvää säästöä. Toisaalta koneohjausmallien tekeminen ja RTK-tukiaseman pystytys työmaalle pahimmillaan jokaisen työvuoron alussa syövät säästöjä. Lisäksi kannattavuutta saattaa vähentää asia, että kuka maksaa tukikerroksen vaihdon sepelin? Jos sepelin maksaa tilaaja, niin syntyvän säästön korjaa tilaaja mutta koneohjauksesta aiheutuvat kustannukset maksaa urakoitsija. Jos taas sepelin maksajana on sopimuksen mukaisesti urakoitsija, niin syntyvät säästöt materiaaleissa kuittaa urakoitsija.

Vaikka koneohjausta käytettäisiinkin, on raiteen geometria merkittävä maastoon vähintään sähköratapylväiden kohdalle (kuva 23), jotta koneen miehistö voi seurata radan asemaa silloinkin, kun koneohjaus jostain syystä lakkaisikin toimimasta. Jos koneohjausta ei käytetä, täytyy mittapaaluja lyödä maastoon tiheämmin. Tästä kannattaa keskustella tukikerroksen vaihtokoneen esimiehen kanssa.



Kuva 23. Geometriatiedon sähköratapylväässä [10]

3.2 Tarvittavat resurssit

Tässä luvussa käydään läpi tukikerroksen vaihtotyöhön osallistuvan henkilöstön tarvittava määrä sekä koneresurssien määrä.

3.2.1 Ratatyökoneet

Tukikerroksen vaihtotyössä tarvitaan aikaisemmin tekstissä mainittuja ratatyökoneita. Sepelinmuotoilussa voidaan sepelinmuotoilukoneen sijaan työn alkuvaiheessa käyttää kiskopyöräkaivinkonetta. Ja vasta kun rata on lähellä kv:ta, niin käytetään sepelinmuotoilukonetta. Tämä säästää kustannuksissa, onhan kiskopyöräkaivinkoneen tuntihinta alhaisempi. Tässä tapauksessa takakaivinkone siirtyy yleensä sepelinmuotoilukoneen paikalle.

Koneiden järjestys tukikerroksen vaihtotyössä on yleensä seuraava: Etukaivinkone, tukikerroksenvaihtokone, takakaivinkone, tukemiskone, stabilisaattori, sepelinmuotoilukone/kaivinkone, sepelöntikalusto.

3.2.2 Sähkö- ja turvalaite

Sähkö- ja turvalaiteresurssit täytyy mitoittaa siten, että tukikerroksenvaihtokone ei joudu pysähtymään työn aikana turvalaitteiden vuoksi. Yleensä riittää kaksi turvalaiteasentajaa turvalaitteiden irrotusta ja takaisinkytkentää varten. Yleensä työt eivät ole luonteeltaan sellaisia, jotka vaatisivat työparityöskentelyä ja tästä syystä kummallakin asentajalla on tarkoituksenmukaista olla oma kulkuväline josta löytyy työhön tarvittava kalusto. Myös viankorjaukseen on löydettävä välineitä ja materiaalia, esimerkiksi maadoituskuparia ja liittimiä kiskoliitännän tekoa varten. Työskenneltäessä alueella, jossa on käytössä akselinlaskijoita, on ainakin toisen turvalaiteasentajan osattava resetoida akselinlaskijat. Tämä täytyy varmistaa huolellisesti jotta työaika ei ylitä sen vuoksi, että asentaja ei osaakaan resetoida akselinlaskijoita.

Jännitekatkon tekemiseen tarvitaan vähintään yksi pätevyyden omaava sähköasentaja. Maadoitusvälineitä on oltava vähintään kolmet, riippuen työalueen pituudesta. Jännitekatkon tekijälle kuuluu työmaalla jännitekatkot ja niiden purkaminen. Näiden välissä sähköasentaja auttaa turvalaiteasentajia.

3.2.3 Mittaus

Mittausresurssien valintaan vaikuttaa massanvaihtotyömaan koko, monellako työkohteella työskennellään samanaikaisesti ja se vaativatko ne jatkuvaa mittamiehen läsnäoloa. Yleensä massanvaihtotyömaalla työskennellään siten, että varsinainen massan-

vaihtokone työskentelee yhdessä paikassa ja mittausta tarvitaan vasta kun kone on lopettanut työnsä ja tukemiskoneelle täytyy tehdä nuotit. Samanaikaisesti kun massaa vaihdetaan, tukemiskone tukee edellisten työvuorojen työalueita. Näille alueille täytyy tietenkin tehdä nostonuotit.

Ennen mittausresurssien tilaamista täytyy mittaus-osaston kanssa käydä keskustelu, jossa käydään vähintään läpi työmaan laajuus ja kesto, samanaikaisesti tehtävien työalueiden määrä, käytetäänkö koneohjausta ja/tai paaluja. Tämän keskustelun jälkeen on paljon helpompi päättää tarvittavat resurssit ja tilata ne. Yleensä riittää kaksi mittamiestä ja heidän mittavälineensä.

3.2.4 Sepelin lastaus- ja kastelu

Sepelin lastaukselle pitää varata alue, jossa on riittävästi raiteita sepelivaunujen siirtelyyn sekä alue sepelin varastointiin. Sepeliä tulee voida varastoida ainakin päivittäin käytettävä määrä tai mielellään enemmän.

Sepelin läjitysalueen tulee olla kantavauudeltaan oikea sekä pohjan pitää olla tasainen. Läjitysalueen pitää olla sellainen, että sepeli voidaan nostaa kasalle ja lajittumisen estämiseksi kasa pitää porrastaa useampaan kerrokseen. Kun sepeliä kuormataan kasalta, niin kasan pohjan alinta 20 cm kerrosta ei saa käyttää tukikerroksen tekemiseen, koska kasan pohjalle kulkeutuu liikaa hienoainesta. [6 s. 14]

Sepelin lastaus vaunuun suoritetaan pyöräkuormaajalla. Kuormaajaa tilattaessa tulee huomioida koneen koko, jotta se ylettää vaunuja lastata joko rakennettavalta lastauslaiturilta tai ilman.

Jos lastataan lastauslaiturilta pitää vaunuja Uad- ja Bmo-vaunuja liikuttaa lastauksen edetessä ja tähän tarvitaan konemiehiä vähintään kaksi. Jos samalla lastataan MFS-vaunuja, niin konemiesten on tarpeellista osata myös MFS-vaunujen käyttö. Muussa tapauksessa joudutaan käyttämään massanvaihtokoneen miehistöä ylitöinä. MFS-vaunut kuormataan viimeisestä vaunusta, josta sepeli ajetaan kuljettimilla vaunusta toiseen. Muussa tapauksessa vaunuja ei saada niin täyteen kuin ne voisi saada.

Työturvallisuuden vuoksi ja ympäristöstä johtuen sepeliä täytyy kastella pölyämisen estämiseksi. Alueesta riippuen voidaan käyttää lähistöllä olevia vesiasemia paikallisen

vesilaitoksen luvalla tai vesi voidaan ajaa esimerkiksi säiliöautoilla. Kasan kastelu voidaan hoitaa sadettimella tai miesvoimalla vesiletkulla. Pääasia on, että sepeli on märkää vaunusta pudotettaessa, tehdään se sitten suoraan kasalla tai suoraan vaunuun. Kastelun järjestämisessä pitää ehdottomasti huomioida radan jännitteiset ajolangat.

3.3 Alustavat työt

Tässä luvussa käydään läpi millaisia töitä on tehtävä, ennen kuin varsinainen tukikerroksenvaihtotyö alkaa. Näitä töitä ovat esimerkiksi raivaustyöt ja mittaustyöt.

3.3.1 Raivaustyöt

Raivaustöillä tarkoitetaan penkereen tai leikkauksen yläosan raivaamista kiskopyöräkaivinkoneella aluskasvillisuudesta ja humuspitoisesta pintamaasta. Raivaustöiden laajuus on esitetty urakkaohjelmassa ja yleensä aluskasvillisuus poistetaan korkeusviivasta 2 metriä alaspäin (KV -2 m). Poistettu kasvillisuus ja maa-aines maisemoidaan kauemmaksi radasta. Maisemointi tulee suorittaa siten, ettei tukita kuivatukseen käytettäviä ojia. Raivaustöiden kestoon vaikuttaa käytettävän kaluston määrä, kuljettajan kokemus vastaavanlaisista töistä sekä raivattavan kasvillisuuden määrä ja laatu.

3.3.2 Kaapelit

Tukikerroksen vaihtoalueilla, niin kuin rautatiealueella yleensäkin, kulkee paljon kaapeleita. Kaapelit voivat kulkea radan vieressä kaapelikourussa, maan alla tai kummassakin samanaikaisesti. Usein uuden kaapelikourun rakennuksen aikana vanhat kaapelit on jätetty maahan uuden kourun alle tai viereen.

3.3.2.1 Kaapelinäytöt

Yleensä urakkasopimukseen kuuluu yksi tilaajan kustannuksella tapahtuva kaapelinäyttö, joka tulee tilata vähintään seitsemän vuorokautta ennen haluttua näyttöä. Kaapelinnäyttöjen tilaamisessa noudatetaan Liikenneviraston ohjetta ”Kaapelinäyttöpyynnöt ja kaapelinäyttöjen tilaaminen drno 442/090/2013. [15]

Jos työalueella on paljon poikittaisia kaapeleita joita joudutaan kaivamaan alemmas, niin tarvitaan erillinen kaapelinnäyttäjä tätä työtä varten. Tämä on hyvä ottaa huomioon kävelytarkastuksessa.

3.3.2.2 Kaapelien siirto

Jos kaapelit kulkevat liian lähellä massanvaihtokoneen ketjun työskentelyaluetta, niin ne täytyy kaivaa esiin ja siirtää sivuun. Se onko kaapelit liian lähellä massanvaihtokoneen vaatimaa aluetta, riippuvat mahdollisista routalevyistä sekä massanvaihtokoneen syvyydestä. Yleensä massanvaihto tapahtuu tasoon kv-55 mutta jos asennetaan esimerkiksi 100 mm paksu routalevy, niin massanvaihtosyvyys on kv-65. Myös massanvaihtokoneessa käytettävä palkki on leveämpi silloin kun asennetaan routalevyjä. Palkin leveydet on kerrottu liitteessä 4. Suunnitellut aloitus ja lopetuskohdat vaativat sivusuunnassa enemmän tilaa palkin asennuksen takia.

Mikäli kaapelit ovat maan alla, niin todennäköisesti ne on asennettu auraamalla. Tällöin kaapelit voivat olla erittäin kireällä varsinkin ulkokaarten puolella ja niiden siirtämiseksi täytyy kaivaa kaapelia esiin pitkiäkin matkoja.

3.3.3 Sivun menopaikat

Koneiden pitkät siirtymämatkat aiheuttavat työn aloituksen ja lopetuksen pitkittymistä. Tätä viivästystä vähennetään suunnittelemalla kiskopyöräkaivinkoneiden nousupaikat etukäteen lähelle suunniteltuja aloitus ja lopetuskohtia. Tällä saavutetaan se, että kaivinkoneet pääsevät kaivamaan aloitusmonttua nopeasti ja monttu on valmis kun massanvaihtokone saapuu aloituspaikkaan. Sivun menopaikkojen etsimiseen ja tarvittaessa rakentamiseen kannattaa käyttää aikaa, koska massanvaihtokoneen seisottaminen aloitusmonttua odotellessa on lähes aina kalliimpaa kuin sivun menopaikkojen rakentaminen. Nousupaikkojen vaatimukset löytyvät ”Radanpidon turvallisuusohjeista (TURO), Liikenneviraston ohjeita 1/2012”.

3.3.4 Mittaukset

Alustavien töiden aikana voidaan tarvittaessa rakentaa alueelle työpisteverkosto, jotta mittalaitteiden orientoiminen olisi työaikana helpompaa ja nopeampaa. Luvussa 3.1.9 mainittu geometrian tarkistaminen voi tulla myös kyseeseen alustavien töiden aikana.

3.3.5 Routalevyjen jako

Routalevyt tulee jakaa etukäteen ennen varsinaista massanvaihtotyötä niille alueille, joille routalevyjä on tarkoitus asentaa. Levypaketit jaetaan radan viereen määräväleihin siten, ettei työn edetessä tule sellaisia tilanteita missä levypaketteja joudutaan hakemaan pitkän matkan päästä tai keräämään viimeistelytöiden aikana runsaasti pois. Levyt jaetaan siten, että sivupontit ovat oikein päin eikä levypaketteja jouduta enää kääntämään työmaalla. Routalevytyksen alkuun ja loppuun asennettavat kiilalevyjä ei saa sekoittaa muihin levyihin. Levyjen jako tulee myös aloittaa täsmälleen massanvaihdon aloituspaikasta. Levyjä ei saa jakaa sille puolelle, mille on tarkoitus laskea vanhaa massaa. Tämä puoli voi vaihdella kesken massanvaihtoaluetta, joten levyjä jaettaessa on oltava tarkkana. Levypaketit lasketaan vaunusta liu'uttamalla ne maahan putkesta valmistettuja luiskia pitkin.

Routalevyt jaetaan avovaunusta ja vaunuja tulee olla yhdellä kertaa jaettavaan levy-määrään nähden riittävästi. Sellaista tilannetta ei saa tulla, että levyt loppuivat vaikka työaika olisi ollut jäljellä. On edullisempaa vuokrata pari vaunua enemmän, kuin jättää työaika käyttämättä.

Levyjen jakoon tarvitaan vaunujen lisäksi TKA ja sopiva miesmäärä levyjen jakoon on 4-5 miestä. Kaksi on vaunussa ja kaksi maassa ottamassa levyjä vastaan. Vaunuja työnnettäessä tarvitaan tähyistäjä ja häntä kannattaa käyttää apuna levyjen jakamisessa.

3.4 Massanvaihto

Tässä luvussa kerrotaan tukikerroksen vaihtotyöstä, kun alustavat työt on tehty.

3.4.1 Ratatyöluva

Kun työluvan saannin aloitusaika lähestyy, niin ratatyöstävastaavan on hyvä varmistaa, että kaikkien koneiden kuljettajat varmasti tietävät koneiden oikean lähtöjärjestyksen. Kun ratatyöstävastaava on saanut luvan ratatyöhön, hän ilmoittaa siitä ensimmäisenä kaivinkoneelle, jonka tehtävä on aloitusmontun kaivuu ja vasta sen jälkeen muille työ-koneille ja työryhmille.

3.4.2 Jännitekatko

Kun ratatyöstävastaava on saanut luvan ratatyöhön ja ilmoittanut tästä jännitekatkon tekijälle, niin jännitekatkon tekijä pyytää jännitekatkoa käyttökeskukselta, asentaa työmaadoitukset voimassa olevien ohjeiden mukaisesti ja ilmoittaa valmiista työmaadoituksesta työstä vastaavalle henkilölle. Seuraavaksi lainaus Ratahallintokeskuksen julkaisusta B22 ”Sähkörataohjeet” sivuilta 28 ja 29:

”Tehtyään työmaadoitukset työmaadoitusten tekijä selvittää ennalta sovitussa paikassa työstä vastaavalle henkilölle työskentelyalueen rajat, näyttää maastossa työmaadoitusten sijainnin ja antaa työn aloittamisluvan, jonka molemmat kuittaavat jännitekatkoilmoituslomakkeeseen. Aloittamislupa varustetaan päiväyksellä ja kellonajalla. Työn aloittaminen ja työmaadoitusten purkaminen eivät saa tapahtua etukäteen sovitun kellonajan perusteella.”

Ratatyöstävastaavan tulee ilmoittaa jännitekatkon tekijälle ja ratatyökoneille toistensa olemassa olosta ja asennettavien työmaadoitusten paikoista. Tällä vältytään vaaratilanteilta jännitekatkon tekijän ja ratatyökoneiden välillä.

Tämän jälkeen työstä vastaava henkilö ilmoittaa kaikille työryhmille voimassa olevan jännitekatkoalueen.

3.4.3 Mittaustyön aloitus

Mittaustyö työmaalla alkaa koneohjauslaitteiston RTK-lähettimen pystytyksellä, jos koneohjausta käytetään. Tämän jälkeen mittamiehet siirtyvät työstä vastaavan henkilön määrittämään ensimmäiseen mittauspaikkaan.

3.4.4 Turvalaitetyöt

Kun työlupa on saatu, niin turvalaiteasentajat poistavat massanvaihtoalueella olevat baliisit, maadoitukset, akselinlaskijat ja muut massanvaihdon tiellä olevat turvalaitteet. Jos näitä turvalaitteita on paljon, niin työryhmän pitää jakaantua jotta kaikki ehditään poistaa ennen massanvaihdon aloitusta ja massanvaihtotyö en keskeydy poistamattomien turvalaitteiden takia. Kun jännitekatko on tehty, niin jännitekatkon tekijä auttaa tässä työssä.

3.4.5 Aloitusmonttu

Kun työlupa on saatu, niin massanvaihdon aloitus kohdasta radasta irrotetaan kahdesta kolmeen pölliä. Jos tiedossa on, että työskennellään kiskovika alueella, niin irrotetaan vain kaksi pölliä. Kaivinkoneen saapuessa paikalle se nostaa pöllit sivuun ja sitten alkaa varsinainen kaivuu. Kaivannon on oltava mitoiltaan aika tarkasti liitteen 4 mittojen mukainen jotta massanvaihtokoneella on riittävästi tilaa kiinnittyä palkkiin. Aloitusmontun mitat tulee käydä työryhmän kanssa läpi etukäteen, jotta vältetään ongelmilta massanvaihtokoneen saapuessa paikalle. Monttua kaivettaessa paikkaan, johon edellisessä työvuorossa on asennettu routalevyjä ja levytystä jatketaan, niin levyn päätä on varottava.

Aloitusmontun pohjalle asetetaan massanvaihtokoneen palkki ja ketju (kuva 24). Asetettavan palkin ja ketjun leveys riippuu siitä, asennetaanko alueelle routalevyjä vai ei. Palkin ja ketjun tulee olla ylhäältä katsottuna symmetrisesti radan keskellä. Jos niitä ei ole asetettu oikein, niin se aiheuttaa ylimääräistä työtä, kun massanvaihtokoneen miehistö joutuu niitä siirtämään vippaskonsteilla.



Kuva 24. Palkki ja ketju [5]

Kun aloitusmonttu on kaivettu ja palkki ja ketju asetettu montun pohjalle, niin kaivinkone alkaa keventää massanvaihtokoneen etenemäsuuntaan pöllin päitä. Pöllin päitä kevennetään, jotta massanvaihtokoneen läpi ei kulje ylimääräistä sepeliä ja työteho paranee. Kuvassa 25 on esimerkki pöllin päiden keventämisestä. Ensin kevennetään vähintään 50 metriä kummaltakin puolelta. Eli vain sen verran, että massanvaihtokone mahtuu aloitusmontulle. Vasta sen jälkeen kevennetään pidemmältä matkalta mutta ei enempää kuin odotettu massanvaihdon etenemä on. Keventämisessä pitää huomioida radan vieressä mahdollisesti kulkevat kaapelit!



Kuva 25. Pölliiden päiden kevennys [5]

3.4.6 Palkin ja ketjun kiinnitys

Alun keventämisen jälkeen työstä vastaava työnjohtaja kutsuu massanvaihtokoneen valmiille aloitusmontulle ja alkaa palkin ja ketjun kiinnitys. Koneen käyttäjät irrottavat ruuhen varmistusketjut ja ajavat ruuhen palkkiin kiinni (kuva 24). Jos aloitusmontun muoto ei ole vaatimusten mukainen, niin tässä työvaiheessa tulee ongelmia. Kun palkki on kiinnitetty, niin kiinnitetään ketju.

3.4.7 Massanvaihdon aloitus

Palkin ja ketjun kiinnittämisen jälkeen konemiehistö nostaa koneohjaukseen tarvittavat antennit yläasentoon. Kun antennit on nostettu ylös, niin tarkastetaan koneohjausmallin toimivuus.

Kun massanvaihtokoneen miehistö on saattanut koneen työkuntoon, niin alkaa varsinainen massanvaihto. Rouhintaketju alkaa poistamaan sepeliä alussa vähän kerras-

saan ketjun painuessa loivasti kohti massanvaihdon tavoitepintaa. Takakuljettimilta ajetaan rataa uutta sepeliä korvaamaan poistettua sepeliä ja siten saadaan aloituksesta tehtyä riittävän loiva. Tästä aloituksesta muodostuu siirtymäkiila vanhan ja uuden tukikerroksen välille, jonka tarkoitus on pienentää syntyvän epäjatkuvuuskohdan vaikutusta tulevaan junaliikenteeseen. Liian jyrkkä aloituskohta saattaa estää tukemiskoneen ajamisen aloituskohdan ylitse.

Tästä eteenpäin massanvaihtokone jatkaa optimaalisella nopeudella ottaen huomioon käytettävän poistohihnan kapasiteetin ja ketjun rouhintakapasiteetin. Sepeli poistetaan joko alhaalta massakuljettimen kautta tai ennen liitevaunua yläkuljettimelta. Uutta sepeliä tuodaan takakuljettimilta sen verran, että se laskennallisesti riittää koko massanvaihtoalueelle ottaen huomioon sen, että MFS-vaunut on tarkoitus saada mahdollisimman tyhjiksi, ettei uutta sepeliä jää käyttämättä. Tämä vähentää jälkisepelöinnin tarvetta hieman.

Kuten kaikessa työssä myös massanvaihtotyössä vastaan saattaa tulla monia ongelmatilanteita:

Isot kivet (kuva 26) vaihdettavan tukikerroksen seassa saattavat aiheuttaa ketjun tukkeutumisen ja ne on poistettava ketjun tukkeuduttua käsipelillä. Kivet voivat olla peräisin aikaisemmasta huonosta tukikerroksesta tai alusrakenteesta ajan myötä nousseita. Kiviä voi olettaa löytyvän myös kallioleikkausalueilta. Silloin kun kivien takia koneen joutuu pysäyttämään usein tai kiviä on epätavallisen paljon, niin tämä täytyy kirjata työmaapäiväkirjaan ja jos valvoja on paikalla, niin ilmoittaa siitä myös hänelle. Urakka-asiakirjoissa erityisen kivisiä alueita ei yleensä ole mainittu ja tällaisen alueen löytyminen ja siitä aiheutuva työn hidastuminen voi olla lisä- tai muutostyön peruste.



Kuva 26. Isoja kiviä ketjun edessä [5]

Ongelmatilanteita voi aiheuttaa myös, jos rata on rakennettu aikoinaan liian lähelle kalliota ja tukikerroksen alapinta on liian ylhäällä. Näin voi olettaa olevan erityisesti kallioleikkausalueilla mutta yksittäisiä kallionhuippuja voi löytyä myös muualtakin. Tässä tilanteessa ainoa mahdollisuus on nostaa terän korkeutta ja yrittää päästä huipusta yli. Jos tämä ei onnistu, niin työ pitää keskeyttää ja työnjohdon miettiä tilannetta tapaus kerrallaan uudelleen.

Joskus vaihdettavan tukikerroksen seassa voi kasvaa kasveja ja ääritapauksissa pieniä pensaita ja tämä on merkki todella huonosta tukikerroksen laadusta (kuva 27). Kasvien juuret voivat jossain tapauksissa estää pöllien välillä olevat maa-aineksen irtoamisen. Tämä puolestaan aiheuttaa työn hidastumista kun kiinteämpää ainesta joutuu irrottamaan pöllit kerrallaan rautakangella. Jos on aihetta epäillä, että juuren voivat aiheuttaa ongelmia, niin etukaivinkone voi kauhalla möyhentää pöllivälejä etukäteen.

Kun massanvaihdossa tulee eteen edellä mainittuja ongelmatilanteita tai muita sellaisia tilanteita joista ei ole mainintaa urakka-asiakirjoissa, kannattaa aina miettiä lisä- tai muutostyön mahdollisuutta.



Kuva 27. Juuria pölliväleissä [5]

3.4.8 Routalevytytys

Massanvaihdon yhteydessä asennetaan usein tukikerroksen alle myös routalevyä suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti. Routalevytytys vaatii leveämmän palkin kuin normaali massanvaihto ja tämä tuleekin huomioida jo aloituksessa. Kun massanvaihtokone on saavuttanut lopullisen syvyyden, niin alkaa routalevyjen asentaminen. Tätä varten levyniput avataan ja levyjä syötetään käsin levy kerrallaan massanvaihtokoneen alle. Alla on kummallakin puolella konetta henkilöitä, jotka vetävät levyt ponttiinsa pitkiä koukkuja käyttäen (kuvan 28). Levyt tulee asentaa ylhäältä päin katsoen keskeisesti. Mikäli routalevytytystä jatketaan edellisestä levytyksestä, tulee pontin päät olla puhtaat ja ehjät. Routalevytytys on käsin tehtävää, pakkotahtista työtä ja tästä syystä miesmäärää mietittäessä tulee ottaa huomioon työskentelylämpötila ja muut työskentelyolosuhteet kuten se, ovatko levyniput korkean penkereen luiskissa josta ne joutuvat nostaa ylös. Lyhyissä ja helpoissa paikoissa tapahtuvassa routalevytyksissä tähän riittää 4 miestä. Pitkissä tai hankalissa paikoissa levytettäessä tarvitaan 5 miestä.



Kuva 28. Routalevyn asennus [5]

3.4.9 Massanvaihdon lopetus

Massanvaihtokoneen saavuttua suunniteltuun lopetuskohtaan aletaan rouhintaketjua nostamaan loivasti kohti pöllin yläpintaa päinvastoin kuin aloituksessa. Palkki ja ketju irrotetaan koneesta ja niihin kiinnitetään ketjut, jotta ne voidaan myöhemmin vetää kairinkoneella raiteen alta pois. Jos on asennettu routalevyjä ja levytystä jatketaan seuraavassa vuorossa samasta paikasta, niin levyn pää ja suunta merkataan kiskoon liidulla jotta seuraavan aloitusmontun kaivajat tietävät tarkkaan mistä levytys jatkuu (kuva 29).

Tässä työvaiheessa täytyy MFS-vaunuissa olla noin puoli vaunullista sepeliä jäljellä lopetukseen tarvittavan luiskan tekemiseen. Työ tulee suunnitella siten, että sepeli ei pääse loppumaan ennen lopetusta.

Tämän jälkeen alkaa lopetuksen sepelöinti ja tässäkin tapauksessa tulee huomioida riittävän pitkä siirtymä uudelta vanhalle, jotta minimoidaan epäjatkuvuuskohdan myö-

hempi vaikutus. Kun massanvaihtokone on saatettu lähtökuntoon, niin se ajetaan pois riittävän kauas massanvaihtoalueesta.

Kun massanvaihtokone on ajettu pois, niin kiskopyöräkaivinkone vetää palkin ja ketjun pois sepelin alta aikaisemmin asennettua ketjua apuna käyttäen.



Kuva 29. Levytyksen loppu [5]

3.4.10 Mittaus, sepelöinti ja tukeminen

Kun massanvaihtokone on poistunut lopetuskohdan läheisyydestä, niin alkaa sepelöinti ja tukeminen. Sepelöintiyksikkö purkaa radalle vaunuista sepeliä. Tämän jälkeen tukemiskone tukee rataa lähelle oikeaa asemaa mittamiesten tekemiä nuotteja noudattaen. Yleensä saman vuoron aikana rataa ei saa tuettua oikeaan asemaan. Riippuen työvuodon jälkeisestä nopeusrajoituksesta siirtymät uudelta vanhalle tulee olla nopeusrajoituksen mukaiset. Jos nopeuden muutosta on paljon, niin sitä loivemmat tulee siirtymät uudelta vanhalle olla. Siirtymien oikeellisuuden tarkastaa työmaalla päällysrakennepätevä henkilö ennen radan luovuttamista liikenteelle.

3.4.11 Stabilointi

Rata tulisi massanvaihdon jälkeen stabiloida. Stabilointikerrat tulee sopia ennen työn aloitusta. On kuitenkin muistettava, että tuennan jälkeen radassa pitää olla riittävästi sepeliä, jotta on jotain mitä tiivistää. Usein varsinkin ensimmäisen tukemisen jälkeen rata on kuivilla ja sepelöinti on tarpeen ennen stabilointia.

3.4.12 Tukikerroksen muotoilu

Kun sepelöinti ja tukeminen on suoritettu, alkaa tukikerroksen muotoilu. Tämä tapahtuu joko kiskopyöräkaivinkoneella tai sepeliharjalla riippuen siitä kumpi työmaalla on käytössä. Muotoilua on syytä tehdä jokaisen tukemiskerran jälkeen, jotta nähdään riittääkö sepeli seuraavaan tukemiskertaan. Samalla varmistetaan se, ettei sepeliä käytetä epähuomiossa liikaa. Kun rata on viimeisen tukemiskerran jälkeen teoreettisessa asemassaan, niin se muotoillaan teoreettisen poikkileikkauksen vaatimaan muotoon sepeliharjalla. Samalla rataa täydennetään sepelillä jos tarvetta on. Tämän viimeisen muotoilun aikana työnjohtajan on syytä olla paikan päällä varmistamassa työn laatu ja puuttumassa mahdollisiin epäkohtiin, jotta vältetään sepeliharjan tilaamiselta samaan kohteeseen myöhemmin.

3.4.13 Jännitekatkon purkaminen

Kun massanvaihtokone on saapunut maaliin ja koneen päälle ei ole tarvetta enää mennä, niin voidaan purkaa jännitekatko. Tässä vaiheessa ratatyöstävastaava ilmoittaa kaikille työryhmille jännitekatkon poistamisesta. Seuraavaksi lainaus Ratahallintokeskuksen julkaisusta B22 "Sähkörataohjeet" sivuilta 29:

"Työstä vastaava henkilö ilmoittaa ennalta sovitussa paikassa kirjallisesti töiden päätymisestä sekä henkilöiden poistumisesta ja työkalujen poistamisesta työskentelyalueelta työmaadoitukset poistavalle sähköalan ammattihenkilölle. Molemmat kuittaavat ilmoituksen jännitekatkoilmoituslomakkeeseen."

Vasta tämän jälkeen jännitekatko voidaan purkaa yhdessä käyttökeskuksen kanssa ja työmaadoitukset purkaa. Kun työmaadoitukset on purettu, niin jännitekatkon tekijä ilmoittaa siitä ratatyöstävastaavalle.

3.4.14 Turvalaitetyöt massanvaihdon jälkeen

Kun varsinainen massanvaihto on päättynyt, niin turvalaiteasentajat asentavat poistamansa turvalaitteet ja maadoitukset takaisin kuten ne olivat ennen työn aloitusta. Jos työskennellään alueella jossa käytetään akselinlaskijoita, on varmistettava akselinlaskijoiden resetoinnista ja sen tarpeesta yhdessä liikenteenohjauksen kanssa.

3.4.15 Ratatyön päättäminen

Kun rata ratatyöstävastaava on varmistanut, että kaikki työkoneet ja työryhmät ovat poistuneet ratatyöalueelta ja työmaan päällysrakennepätevä henkilö on tarkastanut radan liikennekelppoisuuden, niin ratatyöstävastaava luovuttaa radan liikenteelle.

3.5 Viimeistelytyöt

Tässä luvussa kerrotaan varsinaisen massanvaihtotyön jälkeisistä viimeistelytyöistä. Näitä töitä ovat esimerkiksi vanhan massan muotoilu ratapenkereeseen sekä ojien aukaisu.

3.5.1 Vanhan massan muotoilu

Kun varsinainen massanvaihto on tehty, niin radasta poistettu kiviaines täytyy maise-moida osaksi ratapengertä ja maaleikkausta. Tämä tapahtuu kiskopyöräkaivinkoneilla. Massa täytyy muotoilla siten, ettei tukita ojia, ratarumpuja eikä mitään muitakaan rata-rakenteita. Kallioleikkauksiin ei pääasiassa saa jättää yhtään vanhaa massaa vaan ne täytyy kantaa pidemmälle pois leikkauksesta. Tämä voi joillakin alueilla olla hyvinkin aikaa vievää ja siihen on varattava riittävästi aikaa.

3.5.2 VERSE-mittaus

Lämpötilan muutokset aiheuttavat jatkuvakiskoraitteeseen kiskon sisäisten jännitystilojen muutoksia. Kun tukikerrosta vaihdetaan koneellisesti ja raiteen asema muuttuu, niin kiskossa saattaa tapahtua jännitystilojen muutoksia. Nämä jännitystilat täytyy tarkastaa ennen työn luovuttamista. Tämä tapahtuu VERSE-mittauksella. VERSE-mittauksessa kiskon kiinnikkeet avataan 30m matkalta ja kiskoa nostetaan mittalaitteella ilmaan ja

kone mittaa jännitystilat kiskosta. Jos jännitystilat ovat liian suuret, niin kisko joudutaan katkaisemaan jotta jännitykset vapautuvat, eli kisko neutraloidaan. Neutralointitarvetta ei voi tietää etukäteen vaan se selviää vasta mittauksen jälkeen. Mittaustiheys kannattaa varmistaa hitsausmestarilta mittausta tilatessa.

VERSE-mittaus tilataan hitsaus-osastolta ja se vaatii 1 hitsaajan mittaamaan ja muutamän työmiehen avaamaan kiinnikkeitä.

3.5.3 Ojien perkaus

Massanvaihtotyön jälkeen on usein tarve perata ja avata ojia, jotka ovat mahdollisesti tukkeutuneet työn aikana. Tämä voidaan tehdä leikkausalueella ja matalalla penkereellä kiskoilta käsin kiskopyöräkaivinkoneella. Korkealla penkereellä tai ojien ollessa kauempana radasta joudutaan käyttämään tela-alustaista kaivinkonetta.

3.6 Projektin luovutus

Projektin luovutus tapahtuu tilaajan ohjeiden mukaisesti. Yleensä työmaalla tehdään vastaanottotarkastus, jotta varmistetaan, että kaikki urakka-asiakirjoissa mainitut työvaiheet on suoritettu asianmukaisesti. Puutteet kirjataan katselmuspöytäkirjaan ja korjataan mahdollisimman pian.

Työn jälkeen kunnossapito tulee siirtää urakoitsijalta takaisin kunnossapitäjälle. Tätä varten usein järjestetään katselmus rataisännöitsijän, kunnossapitäjän ja urakoitsijan kesken ja katselmuksessa varmistetaan, että kaikki on palautettu vähintään sellaiseen kuntoon, jossa ne olivat ennen kunnossapidon siirtoa. Tämä katselmus olisi hyvä järjestää samaan aikaan vastaanottotarkastuksen kanssa, jotta välttyään kahdelta erilliseltä katselmukselta.

4 Seurantatyömaat

Tässä luvussa kerrotaan opinnäytetyön kahdesta seurantatyömaasta, niiden laajuudesta, työvaiheista, toteutuneista työsaavutuksista, toteutuneista työvaiheajoista sekä siitä, mikä meni hyvin ja missä olisi voinut parantaa. Enemmän keskitytään kuitenkin asioihin, joissa olisi voinut tehdä jotakin toisin. Toteutuneet työsaavutukset ja työvaiheajat ovat liitteinä ja ne ovat vain yrityksen sisäiseen käyttöön ja niitä ei lopullisessa työssä näytetä. Työvaiheajat on saatu työkoneiden paikannusohjelmalla.

4.1 Kirkkonummi – Karjaa

4.1.1 Yleistä

Ensimmäinen seurantatyömaa oli Kirkkonummi – Karjaa rataosalla, jossa tukikerrosta uusittiin noin 5000 raidemetrin matkalta. Työalue ei ollut yhtenäinen vaan se oli jaettu 100 – 1100 raidemetrin pätkiin. Routalevytettävää aluetta oli yhteensä 2100 raidemetriä.

Urakkaohjelman mukainen urakan kokonaisaika oli 20.5–26.9 ja varsinaiseen tukikerroksen vaihtoon varattu aika oli 16.6–13.7 ja tänä aikana työaika öisin oli pidempi kuin muina öinä.

Projektinjohtoon kuului projektipäällikkö, vastaava työnjohtaja, työmaamestari ja työmaainsinööri.

4.1.2 Projektin aloitus

Projektin alussa käytiin läpi tarvittavat kone- ja henkilöresurssit ja hahmoteltiin lopulliset tarvittavat resurssit. Isot ratatyökoneet oli varattu jo tarjouslaskentavaiheessa.

Sepelinlastauspaikat tilaaja oli määritellyt jo urakkaohjelmassa kertomalla paikat johon sepeliä voidaan ajaa. Tilaaja maksoi urakassa käytetyn sepelin. Sepelinlastauspaikat olivat Kirkkonummen asemalla sekä Inkoo asemalla.

Työkoneita seisotettiin työvuorojen välissä Kirkkonummen ratapihan kolmella raiteella. Myös sepelinlastaus sepelivaunuihin tapahtui pääosin Kirkkonummella. Työalueen pituudesta johtuen massanvaihtokone siirrettiin työmaan loppuvaiheessa Inkooseen jossa myös Mfs-vaunut kuormattiin. Kirkkonummelle rakennettiin lastauslaituri sepelinlastausta varten.

4.1.3 Kävelytarkastus ja alustavat työt

Suuri virhe tapahtui projektin alkuvaiheessa, kun kävelytarkastusta ei aiottu tehdä lainkaan, vaikka oli hyvin tiedossa, että kävelytarkastus on yksi tärkeimmistä alustavien töiden aikana tehtävistä asioista. Tämä korjattiin työmaamestarin toimesta alustavien töiden ja raivauksien aikana yö aikaan. Tämä ei kuitenkaan täysin korvannut päiväsaikaan tehtävää kävelytarkastusta yön pimeyden ja muiden valvottavien töiden vuoksi.

Raivaustyöt suoritettiin ainoastaan toiselta, sähköratapylväiden puolelta rataa, koska vastaava työnjohtaja pelkäsi, että toisella puolella oleva kaapelikouru saattaisi romahdtaa. Kaapelikourun taustatäytöt olivat puutteelliset tai niitä ei ollut ollenkaan. Aikaisempina vuonna radasta poistetulla massalla oli tehty viimeistelytöiden yhteydessä kaapelikourun taustatäyttöjä. Raivaustöitä tehtiin kolmella kiskopyörökaivinkoneella ja työtä hankaloitti se, että rata kulki pääosin leikkauksessa jolloin raivaustöiden aikana maisemointi oli hankalaa oija tukkimatta. Kävelytarkastuksessa tämä olisi havaittu ja alustaville töille olisi voinut suunnitella aikataulua hieman realistisemmin.

Alustavien töiden aikana jaettiin myös routalevyt. Tämä tapahtui yhdellä Tka:lla ja kahdella avovaunulla ja vaunut kuormattiin illalla työvuoron alussa. Jakaminen sujui hyvin mutta vaunuja olisi pitänyt olla enemmän. Levyt loppuivat yöllä reilusti ennen työvuoron loppumista ja jos vaunuja olisi ollut enemmän, niin levyjä olisi ehtinyt vastaavasti jakaa enemmän.

Sepelinlastausta suoritettiin päivällä ja siihen oli varattu kaksi konemiestä liikuttamaan vaunuja lastauksen aikana. Kirkkonummelle rakennettiin lastauslaituri, jotta vaunuja voi kuormata. Itse lastaus tapahtui kahdella pyöräkuormaajalla. Kahdella kuormaajalla lataus kesti noin 3 tuntia ja kun työvuoro oli kuitenkin 8 tuntia, niin yksikin kone olisi riittänyt varsinkin kun koneet joutuivat ahtaalla kentällä väistelemään toisiaan.

Sepelinkastelua varten oli aliurakoitsijalta tilattu säiliöauto josta sepeliä kasteltiin letkujen avulla. Veden täyttö oli järjestetty paikallisen vesilaitoksen kanssa muutaman kilometrin päästä vesiasemasta. Vaunut kasteltiin sepelinlastauksen yhteydessä kerran ja toisinaan vielä illalla toisenkin kerran.

4.1.4 Kalusto ja miehistö

Projektilla oli ratatyökoneista käytössä massanvaihtokone, sepeliharja, stabilisaattori ja linjatukemiskone. Sepelöintikalustoa oli 10 Bmo-vaunua ja 4 Uad-vaunua jotka oli jaettu kahteen eri roikkaan siten, että kummassakin roikassa oli kaksi Tka:ta. Massanvaihtokoneen perässä oli 3 Mfs-100 vaunua ja 1 Mfs-40 vaunu. Kiskopyöräkaivinkoneita oli 3 ja sepelinlastauksessa 1-2 pyöräkuormaajaa. Tarkempi taulukko tukikerroksenvaihtoon käytetyistä resursseista on luovutettu työn tämän työn tilaajalle.

4.1.5 Mittaus

Projektin alkuvaiheessa päätettiin, että massanvaihtotyössä käytetään koneohjausta. Yleensä kun tukikerrosta uusitaan, niin rata nostetaan teoreettiseen geometriaan ja myös koneohjausmalli tehdään teoreettisen geometrian mukaisesti. Tässä tapauksessa, kun tukikerrosta uusittiin lyhyissä pätkissä, niin haluttiin varmistus siitä, että rata on ennen tukikerroksen vaihtoa edes lähellä teoreettista geometriaa. Työalueet mitattiin omalla kustannuksella ja kävi ilmi, että rata on alhaalla paikoitellen 5-10 cm. Tästä informoitiin tilaajaa, koska jokaiseen aloitus- ja lopetuskohtaan täytyi suunnitella siirtymät uudelta vanhalle. Tilaaja tilasi tämän suunnittelun muutostyönä. Mittauksen yhteydessä mittamiehet rakensivat työpisteverkoston työalueille. Koneohjausmalli tilattiin mittauksen aluepäällikön avustuksella suunnittelusta.

Mittausta tehtiin aina tukemiskoneen perässä ja tarvittaessa mittamiehen jakaantuivat kahdeksi eri työryhmäksi, jotta mittauksia saatiin nopeutettua.

4.1.6 Tukikerroksen uusimisen aloitus

Kun työluupa oli saatu, niin kaivettiin aloitusmonttu. Aloitusmontun mitat olivat alussa hieman epäselviä ja tukikerroksen vaihtokoneen esimies kävi neuvomassa oikeat mitat. Parin ensimmäisen yön jälkeen montun kaivaminen alkoi sujua. Työtä hidasti projektin lopussa kiskopyöräkaivinkoneen pitkät siirtymämatkat aloituspaikkaan.

Massanvaihtokoneen saavuttua aloitusmontulle sujui koneen työkuuntoon saattaminen ripeästi, kunhan aloitusmonttu oli hyvin kaivettu. Myöskään koneen etenemässä ei ollut suurempaa mainittavaa, kone kun eteni niin rivakasti kun pohjamaa antoi myöten. Työtä häiritsivät työalueilla olleet kivet, kallioleikkaukset sekä se, että massat poistettiin sähköratapylväiden puolelle. Pylväitä piti väistää, ettei kuljetinhihna olisi osunut niihin. Työn aikana ehdotettiin massan poistamista kaapelikourujen puolelle mutta kun sitä puolta ei raivattu, niin se ei onnistunut. Haasteena oli myös Mfs-vaunuissa tavaran siirtäminen vaunusta toiseen ja pari kertaa työ jouduttiin keskeyttämään, jotta vaunuista ehdittiin siirtämään sepeliä toisiin vaunuihin. Myös massanvaihdon lopetukset sujuivat hyvin eikä niistä löytynyt parannettavaa. Routalevytyksessä oli riittävästi miehiä ja levytys sujui muutenkin mallikkaasti.

Mittaukset saatiin alkamaan heti massanvaihtokoneen poistuttua ja niitä tehtiin limittäin sepelöinnin kanssa. Sepelöinti sujui hyvin, vaikkakin välillä sepelöijillä oli ongelmia hahmottaa, minne sepeliä tarvitaan. Tähän olisi auttanut se, että esimies olisi kulkenut radan vieressä ja näyttänyt minne sepeliä tarvitsee laskea ja minne ei. Uutta sepeliä kun laskettiin välillä 10 metriä ohi lopetuskohdankin. Toisaalta Bmo-vaunuista näkyvyys on melko onneton. Jokaisen sepelinlaskun jälkeen kiskopyöräkaivinkone tasasi sepelin ennen tukemiskonetta.

Tukemiskone tuki raidetta mittamiesten antamien nuottien mukaisesti. Työvuoron alussa tukemiskone kävi tukemassa aikaisempia työalueita ja massanvaihtokoneen lopetettua se siirtyi tukemaan uutta aluetta.

Stabilisaattorin käyttö oli työmaalla säännöllisen epäsäännöllistä. Välillä työalue stabiiloitiin jokaisen tukemiskerran jälkeen, toisinaan vain yhden kerran ja loput olivat kaikkea siltä väliltä. Mitään selkeää suunnitelmaa stabilointiin ei ollut, vaan stabilisaattorin esimies piti esimerkillisesti itse kirjaa stabilointikertojen määrästä kullakin alueella. Tä-

hän täytyy tulevaisuudessa saada muutos ja stabilointiin ja kertojen lukumäärään pitää saada suunnitelma.

Sepeliharja oli työmaalla viimeisen viikon samaan aikaan kun massanvaihtokone ja kaksi viikkoa sen jälkeen. Tänä aikana tukikerrosta sepelöitiin ja muotoiltiin poikkileikkauksen vaatimaan muotoon. Tähän työvaiheeseen tarvitaan tulevaisuudessa enemmän valvontaa työnjohdon puolelta. Varsinkin jos työskennellään usealla alueella samanaikaisesti, niin työkoneiden esimiesten omavalvonta työn laadusta ei välttämättä kohtaa työmaan työnjohdon kanssa.

4.1.7 Viimeistelytyöt

Viimeistelytyöihin kuului tällä työmaalla ainoastaan vanhan massan maisemointi. Työalueilla oli paljon kallioleikkauksia joista vanha massa jouduttiin kantamaan kiskopyöräkaivinkoneilla kauha kerrallaan pois. Tämä oli todella hidasta ja viimeistelytyöt venyivätkin aikataulullisesti jonkin verran. Viimeistelytyötä olisi myös pitänyt tehdä suunnitelmallisemmin siten, että tehdään yksi alue kerralla valmiiksi ja sitten vasta siirrytään seuraavalle. Nyt oli havaittavissa siirtymistä työalueilta toisille ja aina ei tiennyt missä töitä oli vielä tekemättä ja missä ei.

Kunnossapidon siirto urakoitsijalle tapahtui ilman katselmuksia ainoastaan paperilla. Tästä syystä viimeistelytyöiden aikana vaihdettiin reilusti yli sata rikkoontunutta kaapelikourun kantta uusiin. Ainoastaan muutama oli hajonnut massanvaihtotyön aikana. Kunnossapidon siirrosta pidettiin katselmus urakoitsijan, kunnossapitäjän ja rataisännöitsijän kesken ja huomautettavaa löytyi alueilta joissa oli vanhempaa betoniratapölliä ja vanhat pandroll-kiinnikkeet. Reilusti yli puolet pandroll-eristimistä, eli luista, oli hajonnut massanvaihdon yhteydessä (kuva 30). Tarkemmin katsoen reilusti yli puolessa oli alkavaa murtumaa myös työalueiden ulkopuolella. Tässä vaiheessa kun tätä lopputyötä tehtiin, niin ei ollut selvinnyt, mitä rikkoontuneille tehdään ja kuka sen maksaa.



Kuva 30. Murtunut eristin [10]

4.2 Oulu – Liminka

4.2.1 Yleistä

Toinen seurantatyömaa oli Oulu – Liminka rataosalla, jossa tukikerrosta uusittiin noin 18 500 raidemetrin matkalta ja työalue oli jaettu kahteen osaan. Routalevytettävää aluetta oli yhteensä 8950 metriä. Tähän projektiin sisältyi paljon muutakin kuin tukikerroksen vaihtoa mutta tässä työssä on otettu huomioon ainoastaan tukikerroksen vaihtotyö.

Urakka alkoi kesäkuun alussa, urakkaohjelman mukainen päättymisaika oli 31.10 ja varsinaiseen tukikerroksen vaihtoon varattu aika oli 14.7–25.9 ja tänä aikana työaika oli pidempi kuin muuna aikana.

Projektinjohtoon kuului tukikerroksen vaihdon osalta projektipäällikkö, vastaava työnjohtaja, työmaamestari ja projekti-insinööri.

Tämä projekti jäi tässä opinnäytetyössä vähemmälle huomiolle muiden työtehtävien ja työmaan sijainnin vuoksi. Työsaavutustiedot ja työmaalla käytetyt resurssit ovat kuitenkin ajantasaiset ja työmaalta saatuja tietoja on käytetty työn kuvauksen luomiseen.

4.2.2 Resurssit

Projektilla oli ratatyökoneista käytössä massanvaihtokone, sepeliharja, stabilisaattori ja linjatukemiskone. Sepelöntikalustoa oli 16 Bmo-vaunua ja 2 Uad-vaunua, jotka oli jaettu kahteen eri roikkaan siten, että kummassakin roikassa oli kaksi Tka:ta. Massanvaihtokoneen perässä oli 3 Mfs-100 vaunua ja 6 Mfs-40 vaunu. Kiskopyöräkaivinkoneita oli 2 ja sepelinlastauksessa 1-2 pyöräkuormaajaa. Tarkempi taulukko tukikerroksenvaihtoon käytetyistä resursseista on luovutettu tämän työn tilaajalle.

4.3 Työsaavutukset ja niiden erot

Seurantatyömailta kerättiin työsaavutustietoja. Tietoja saatiin massanvaihtokoneeseen asennetulla paikanninjärjestelmällä, josta saatiin ajantasaista tietoa koneen liikkumisesta sekä koneen työliikkeistä. Myös massanvaihdon työvaihe aikoja seurattiin niin tarkasti kuin mahdollista työmaalta käsin. Koska työmaat olivat ajallisesti peräkkäin, niin Kirkkonummi - Karjaa työmaalta ei ole niin tarkkoja tietoja kuin Oulu - Liminka työmaalta. Kerättäviä tietoja on tarkennettu ensimmäisen työmaan jälkeen.

Nämä kaksi seurantatyömaata olivat lähtökohdiltaan ja pohjaolosuhteiltaan niin erilaiset, että työsaavutustietojen vertaaminen ei ole mielekäästä. Pohjaolosuhteet sekä se, työskennelläänkö leikkauksessa vai penkereessä vaikuttaa työsaavutuksiin oleellisesti. Penkereessä ei ole esimerkiksi useinkaan isoja kiviä haittaamassa työtä kun taas leikkauksesta voi löytyä mitä vaan. Työvaiheajat, kuten aloitusmontun kaivuu, olivat suurimmalta osilta saman kummallakin työmaalla. Nämä työvaiheajat ja työsaavutustiedot on toimitettu tämän työn tilaajalle.

5 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kuvata rautatien päällysrakenteen tukikerroksen uusimiseen liittyvät työvaiheet käyttäen Plasser & Theurerin valmistamaa RM 81 tukikerroksenvaihtokonetta ja työssä tarvittavat resurssit. Työn tuloksena syntyi tämä opinnäytetyö, joka sisältää tukikerroksen vaihtotyön kuvauksen projektin alusta aina loppuun saakka. Kuvaus on saatu seuraamalla kahta työmaata, jotka olivat olosuhteiltaan erilaiset mutta joita yhdistelemällä saatiin tarkka kuvaus projektin kulusta ja siihen vaikuttavista tekijöistä. Työn tuloksena syntyi myös lyhyt check-listaus (liite 5) tukikerroksen vaihtotyössä huomioon otettavista asioista. Olosuhteita on paljon ja kaikkea ei voi ottaa huomioon mutta tällä kuvauksella ja listauksella sellainenkin työntekijä, jolla ei tämän kaltaisesta työstä ole kokemusta, pääsee varmasti juoneen kiinni.

Työmaita seuratessa huomasin, että ei ole yhtä oikeaa tapaa tehdä asioita. Asiat voidaan tehdä monella tapaa eikä yksi ole välttämättä toista huonompi. Tärkeämpää on suunnitella työ niin hyvin kuin mahdollista riippumatta työvaiheesta.

6 Pohdintaa

Näitä kahta työmaata seuratessa huomasi, että aina eivät palaset välttämättä loksahda paikoilleen ainakaan projektin alkuvaiheessa. Vasta kun päästään yhteisymmärrykseen yhteisistä toimintatavoista voidaan saavuttaa paras lopputulos. Työmaalla tärkeää on eri työvaiheiden vastuuttaminen selkeästi jollekin. Tällöin vältetään tilanteelta, että luullaan asian olevat hoidossa vaikkei se välttämättä olekaan. Työhön osallistuu samalla kertaa huomattava määrä koneita ja miehiä, joten työvaiheiden saumaton ajoittaminen toisiinsa säästää turhilta resurssien tyhjäkäynneiltä.

Isona ongelmana näkisin myös työnjohdon riittämättömyyden joissakin työvaiheissa. Varsinkin silloin kun työalue on laaja, kuten Kirkkonummi - Karjaa tukikerroksen uusimisprojektissa, yhden työmaamestarin on mahdoton seurata kaikkia työvaiheita samanaikaisesti. Jos näin käy, niin työn laatua ei voida valvoa reaaliajassa ja kalliita resursseja saatetaan joutua käyttämään uudelleen korjaamassa työn jälkiä. Parin ylimääräisen työnjohtajan kustannus ei rasita projektia liikaa ottaen huomioon saavutetun hyödyn työvaiheen onnistumisesta kerralla.

Yhteistyö eri sidosryhmien välillä on yksi tärkeimmistä asioista projektin kuin projektin onnistumiselle. Jo projektin alkuvaiheessa täytyy käydä aktiivista vuoropuhelua koneyksikön, mittauspuolen, liikenteenohjauksen, aliurakoitsijoiden ja tilaajan välillä. Kun projektilla tiedetään mitä halutaan ja yksityiskohdista keskustellaan eri tahojen välillä, saadaan aikaan paras lopputulos.

Lähteet

1. Radanpidon tekniset ohjeet (RATO) osa 11, radan päällysrakenne, http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/rato_11_radan_paallysrakenne.pdf, luettu 7.1.2015
2. InfraRyl, luettu 7.1.2015
3. Radanpidon tekniset ohjeet (RATO) osa 11, radan päällysrakenne, http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/rato_11_radan_paallysrakenne.pdf, luettu 7.1.2015
4. Automaattinen kulunvalvonta. http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/liikenneverkko/rautatiet/automaattinen_kulunvalvonta#.VKz54iuUd8E, luettu 7.1.2015
5. Kuvia työmaalta, Antti Mutikainen 12.8.2014
6. RHK:n julkaisuja, D16, päällysrakennetöiden yleinen työselitys, http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/rhk_d16_paallysrakennetoiden_yleinen_tyoselitys.pdf, luettu 6.3.2014
7. <http://www.plassertheurer.com/en/machines-systems/ballast-distributing-profiling.html>, luettu 6.3.2014
8. <http://www.plassertheurer.com/en/machines-systems/ballast-distributing-profiling.html>, luettu 6.3.2014
9. http://vrtrack.fi/fi/index/kalusto/tukikerroksen_muotoilu.html, luettu 6.3.2014
10. Kuvia työmaalta, Antti Mutikainen 8.1.2015
11. http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Luvat_ilmoitukset_ja_rekisteroin-ti/Ymparistonsuojelulain_mukaiset_ilmoitukset/Melua_tai_tarinaa_aiheuttava_tilapainen_toiminta, luettu 14.1.2015
12. <http://www.tyosuojelu.fi/fi/rakennustyonennakkoilmoitus>, luettu 14.1.2015

13. Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO) Liikenneviraston ohjeita 1/2012
14. Liikennöinti ja ratatyö rautatiejärjestelmässä, Trafín ohje TRA-FI/16561/03.04.02.00/2012
15. Kaapelinäyttöpöyynnot ja kaapelinäyttöjen tilaaminen drno 442/090/2013, Liikenneviraston ohje
16. www.vrtrack.fi, luettu 1.5.2014
17. http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/rhk_tyoaikaisen_kunnossapidon_ohje.pdf, luettu 12.3.2015

Vaunu / Kone	Tunnus	Pituus m	Paino t		
Massanvaihtokone	Tsp-892	32	96		
Syöttövaunu		10	23		
Liitevaunu	Etv	20	53		
Tka 7	Tka 7	11	30		
Tka 8	Tka 8	10	34		
Sepeliharja	Tsl	20	38-56		
Stabilisaattori	Ttk-3	18	60		
Tukemiskoneet		Varmista mitat kun tilaat koneen			
Vaunu	Pituus	Tilavuus m3	Kuorma max t	Kokonaispaino max t	Paino tyhjänä t
Mfs-40	23	36	52	90	40
Mfs-100	27	68	109	172	67
Uad	15	39	62	90	27
Bmo	18	32	51	80	29

**ILMOITUS MELUA JA TÄRINÄÄ AIHEUTTAVASTA
TILAPÄISESTÄ TOIMINNASTA**
(Ympäristönsuojelulaki 60 §)

(Viranomaisen täyttää) Diaarimerkintä	Viranomaisen yhteystiedot
Ilmoitus on tullut vireille	

1. ILMOITUSVELVOLLINEN

Ilmoitusvelvollisen nimi tai toiminimi VR Track Oy, Rakentaminen
Lähiosoite Kerkkolankatu 32
Postinumero ja postitoimipaikka 05800 Hyvinkää
Yhteyshenkilön nimi ja yhteystiedot (puhelin, faksi, sähköposti) Sanna Tynninen, p. 040 8661541, sanna.tynninen@vr.fi

2. AIHEUTTAMISPAIKKA

Osoite Kirkkonummi - Karjaa rautatiealue, ratakilometrit 39-84. Työ etenee vaiheittain Kirkkonummelta kohti Karjaata
<input checked="" type="checkbox"/> Sijainti on esitetty kartalla, liitteessä nro 1

3. TOIMINTA

Rakentaminen <input type="checkbox"/> louhinta <input type="checkbox"/> murskaus <input type="checkbox"/> paalutus <input checked="" type="checkbox"/> muu
Tapahtuma <input type="checkbox"/> ulkoilmakonsertti <input type="checkbox"/> muu

4. TOIMINNAN KESTO

Aloittamispäivä 12.4.2014
Päätymispäivä 26.9.2014
Ma - pe (klo) 00.00-24.00, ympäri vuorokauden, työn tarkempi kesto liitteessä1
La 00.00-24.00
Su 00.00-24.00

5. MELUPÄÄSTÖT

Koneet, laitteet tai toiminnot sekä niiden lukumäärä Pyöräkuormaaja, kuorma-autoja, kaivinkoneita, sepelivaunuja ja rautatiekalusto: massanvaihtokone, stabilisaattori, tukemiskone, sepeliharja, ratakuorma-autoja
Melutaso 10 metrin päässä, dB(A) Työvaiheesta riippuen 85-95, ei jatkuvaa, ainoastaan vaunuja kuormattaessa

6. MELUN JA TÄRINÄN LEVIÄMINEN

Häiriintyvät kohteet ympäristössä ja niiden etäisyys toimipaikalta Asuinrakennukset, jotka sijaitsevat 150 m etäisyydellä saattavat kärsiä tavallista voimakkaammasta melusta
Toiminnan vaikutus häiriintyvien kohteiden melutasoon, dB(A) -50 m etäisyydellä noin 75 -100 m etäisyydellä noin 70 -150 m etäisyydellä noin 65

liitteenä esitetään kartta toimipaikasta ja häiriintyvistä kohteista

7. MELUN JA TÄRINÄN TORJUNTA JA SEURANTA

Torjuntatoimenpiteet

Melua ei ole mahdollisuutta torjua. Osa sepelin lastauksesta vaunuihin pyritään mahdollisuuksien mukaan suorittamaan päiväsaikaan.

Melutilanteen seuranta

Melutilannetta seurataan työmaalla työn aikana korvakuulolla.

Tiedottaminen

talokohtainen huoneistokohtainen porraskäytäväkohtainen

Tiedotteen jakelualueen laajuus ja katuosoitteet

Asuinkiinteistöt, jotka sijaitsevat lähempänä kuin 150 m

8. LISÄTIEDOT

Aineisto ja arviointimenetelmät, joihin tiedot perustuvat

Työterveyslaitos: Lausunto TY01-2010-139682 (11.10.2010)

liitteenä muita lisätietoja

9. ALLEKIRJOITUKSET

Paikka

Hyvinkäällä

Allekirjoitus

Päivämäärä

17.4.2014

Sanna Tynninen

Nimen selvennys



TIEDOTE

1 (2)

Tynninen Sanna

6.6.2014

MELUTIEDOTE

Uusimme sepelitukikerrosta Kirkkonummen ja Karjaan välisellä rataosuudella kesä- ja heinäkuussa 2014. Meluisimmat työvaiheet ajoittuvat välille 15.6. - 18.7. Työt sisältävät vanhan sepelin poiston ja uuden asentamisen ratatyökoneilla.

Työtä ei tehdä koko aikaa samassa paikassa vaan työt etenevät rataa pitkin.

Töitä tehdään edellä mainitulla ajanjaksolla vuorokauden ympäri, erityisesti yöaikaan. Pahoittelemme töistä aiheutuvaa ylimääräistä melua.

Työmaan yhteystiedot ovat:

VR Track Oy / Radanrakentaminen
Kerkkolankatu 32
05800 Hyvinkää

Työmaan yhteyshenkilöinä toimivat:

päivisin:
Paavo Sallinen
puh. 040 8634470
paavo.sallinen@vr.fi

öisin:
Jouko Korpi-Kokko
puh. 040 8661619



TIEDOTE

2 (2)

Tynnenen Sanna

6.6.2014

ANMÄLAN OM BULLERSTÖRNING.

VR Track förnyar makadamballasten mellan Kyrkslätt och Karis i juni samt juli 2014. Tidpunkten då bullernivån är som störst är mellan 15.6-18.7. Arbetet innehåller borttagning av gammalt grus samt påfyllande av nytt grus. Arbetet utförs med olika maskiner.

Arbetet utförs längs med hela banavsnittet.

Arbetet sker på ovanmämnda tidpunkt dygnet runt, speciellt på natten, Vi beklagar evetueella störningar detta förorsakar.

Projektets kontaktuppgifter:

VR Track Oy / Radanrakentaminen
Kerkkolankatu 32|
05800 Hyvinkää

Som kontaktperson fungerar

Dag:
Paavo Sallinen
puh. 040 8634470
paavo.sallinen@vr.fi

Natt:
Jouko Korpi-Kokko
puh. 040 8661619

VR Track Oy

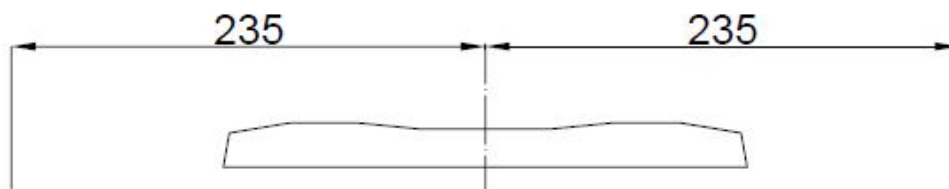
PL 488 (Viihonkatu 13)
00101 Helsinki

P. 0307 10

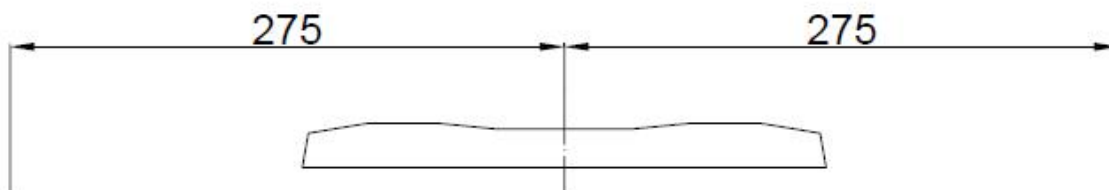
etunimi.sukunimi@vr.fi
www.vrtrack.fi

Y-tunnus 1007822-3

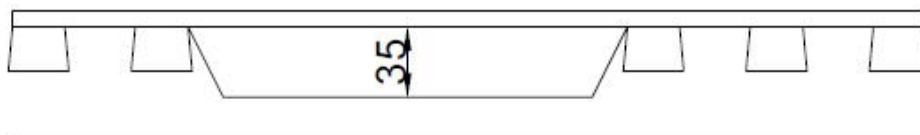
ALOITUSMONTUN LEVEYS
LYHYT PALKKI
Lyhyen palkin pituus 4.1 m



ALOITUSMONTUN LEVEYS
PITKÄ PALKKI
Pitkän palkin pituus 4.9 m



ALOITUSMONTUN SYVYYS



Projektin aloitus

Tehtäväjako

- Projektinjohdon keskinäinen tehtäväjako
- Kuka raportoi kellekin?

Tarvittavat luvat ja sopimukset

- Rakennustyön ennakoilmoitus
- Pöly -ja melutyölupa 30 pv ennen työn aloitusta
- Vanhojen routalevyjen ympäristölupa
- Melutiedotteiden jakaminen lupaehtojen mukaisesti

Seisontaraiteet

- Kaluston seisontaraiteiden kartoitus
- Kaluston seisontaraiteiden käyttö lupa

Sepelin lastaus – ja kastelu

- Sepelivaunujen lastauspaikan kartoitus
- Miten vaunujen kastelu hoidetaan?
- Kuka lastaa ja miten?
- Varastoalueen paikka

Kävelytarkastus

- Kävelytarkastuksen tekeminen

Etenemäsuunnitelma

- Etenemäsuunnitelman laatiminen kävelytarkastuksen pohjalta

Jännitekatkojen tilaaminen

- Jännitekatkojen tilaaminen ajoissa etenemäsuunnitelman mukaisille alueille

Nopeusrajoitukset

- Nopeusrajoitusten tilaaminen ennakkoon etenemäsuunnitelman mukaisille alueille
- Tarvittavien baliisien ja nopeusmerkkien hankinta

Materiaalin tilaaminen

- Sepelin tilaaminen
- Routalevyjen tilaaminen
- Mahdollisen muun materiaalin tilaaminen

Kunnossapidon siirto

- Kunnossapidon siirtokatselmus
- Katselmuspöytäkirja!
- Kunnossapidon siirtosopimus

Radan nykyisen geometrian kartoittaminen

- Onko tarvetta kartoittaa?
- Kuka tekee ja missä vaiheessa?
- Mittapaalujen lyöminen samaan aikaan?

Koneohjauksen käyttäminen

- Käytetäänkö koneohjausta?
- Koneohjausmallin tilaaminen
- RTK-kontti

Tarvittavat resurssit

Ratatyökoneet

- Työkoneiden varaaminen
- Routalevyjen jakoon tarkoitettujen vaunujen varaaminen
- Sepelivaunujen riittävyys
- MFS-vaunujen käyttäjien riittävyys

Sähkö – ja turvalaite

- Jännitekatkon tekijä
- Välineet jännitekatkon tekemiseen
- Turvalaiteasentajien kartoitus

Mittaus

- Mittausresurssien varaaminen

Alustavat työt

Raivaustyöt

- Luiskan raivaus

Kaapelit

- Kaapelinnäyttö
- Kaapelien esiin kaivuu?
- Kaapelien siirto?
- Kaapelinnäytöt työn aikana

Sivuun menopaikat

- Onko tarpeeksi sivuun menopaikkoja kaivinkoneille?
- Sivuuun menopaikkojen rakentaminen

Routalevyjen jako

- Vaunukaluston varaaminen
- Ketkä jakavat levyt?
- Levyjen jako suunnitelman mukaisesti
- Levypaalit oikeinpäin!

Massanvaihto

Ratatyöluupa

- Ratatyöstävastaava tietää mitä lähdetään tekemään?

Jännitekatko

- Jännitekatkon tekijä tietää paikat jonne katkot tehdään?

Mittaustyön aloitus

- Mahdollisen koneohjaus laitteiston pystytys
- Mittamiehet tietävät missä heitä tarvitaan?

Turvalaitetyöt

- Onko turvalaiteasentajilla lista poistettavista kohteista?
- Jos joudutaan resetoimaan akselinlaskijat, niin kuka tekee ja milloin?
- Onko tähän osaamista?

Aloitusmonttu

- Kaivurin kuljettaja tietää mitä lähtee tekemään?
- Ovatko montun mitat tiedossa?

Routalevytys

- Riittävästi miehiä levyttämään
- Tarvittaessa vuorotus

Massanvaihdon lopetus

- Riittävän pitkä siirtymäkiila
- Levyn lopetuksen merkkkaus jos levytystä jatketaan
- Riittävän loiva siirtymä jotta tukemiskone pääsee yli

Mittaus, sepelöinti ja tukeminen

- Mittauksen aloitus riittävän ajoissa
- Sepeliä sinne mihin sitä tarvitaan, ei liioitella
- Työnjohdolla täytyy olla selkeä näkemys siitä mitä seuraavaksi tapahtuu

Stabilointi

- Stabilointisuunnitelman mukaisesti

Tukikerroksen muotoilu

- Ylimääräinen sepeli tasataan asianmukaisesti

Jännitekatkon purkaminen

- Varmistettava massanvaihtokoneen esimieheltä saako jännitekatkon purkaa
- Kuittaus kun katko on purettu

Turvalaitetyöt massanvaihdon jälkeen

- Varmistettava raiteiden vapautuminen

Ratatyön päättäminen

- Varmistetaan ettei kalustoa työalueella

Viimeistelytyöt

Vanhan massan muotoilu

- Edetään järjestelmällisesti eikä hypitä alueelta toiselle
- Akselinlaskijat?

VERSE-mittaus

- Tilattava riittävän ajoissa
- Miehet laukomaan kiinnikkeitä

Ojien perkaus

- Tilaajan kanssa käytävä alueet läpi jotka perataan

Projektin luovutus

- Kunnossapidon katselmus
- Tilaajan kanssa tehtävä katselmus
- Yhdistetään edelliset?